

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ

Katedra oděvnictví

**PROPUSTNOST ULTRAFIALOVÉHO ZÁŘENÍ
TEXTILIÍ**

**THE TRANSMISSION OF ULTRAVIOLET
RADIATION THROUGH A FABRIC**

DAGMAR PETRÁSKOVÁ

KOD - 702/2008

Vedoucí diplomové práce: Ing. Bc. Viera Glombíková, Ph.D.

Konzultant: Doc. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 4. ledna 2008

.....

Podpis

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing. Vieri Glombíkové, Ph.D. a také zároveň konzultantovi Doc. Ing. Jakubovi Wienerovi, Ph.D., za jejich neocenitelnou pomoc a rady. Dále děkuji firmě Extra, s.r.o., za poskytnutí vzorků materiálů, také firmě inoTEX, s.r.o., konkrétně Ing. Miroslavě Vojáčkové za umožnění měření prostupu UV záření a také děkuji Ing. Janě Špánkové za pomoc při měření porozity.

Děkuji své rodině, především manželovi, dceři a mojí mamince, za jejich podporu, protože bez nich by tato práce nemohla vzniknout.

Anotace

Tématem této diplomové práce je posouzení vlivu mechanické deformace pletenin na prostup UV záření. Na textilních materiálech z celulózových vláken byl dále sledován vliv koncentrace absorberů ultrafialového záření na jeho prostup textilií. Analýza výsledků je založena na sledování jak se s mechanickým namáháním mění porozita textilie a současně s ní prostup ultrafialového záření textilií.

Zkoušky byly provedeny na bavlněných pleteninách různých struktur, upravených a neupravených UV absorbéry. Pleteniny byly postupně mechanicky namáhány definovanou silou a vzniklé deformované struktury byly mechanicky fixovány. Jednotlivé vzorky byly proměřeny na spektrofotometru, dále byla pomocí optického mikroskopu a systému obrazové analýzy LUCIA G stanovena porozita. Strukturní změny byly vizualizovány pomocí rastrovací elektronové mikroskopie.

Annotation

The subject of this dissertation is the assessment of the influence of mechanical deformation of knitted fabric on the transmission of UV-radiation. The influence of absorbers of ultraviolet radiation on its transmission through a fabric was observed further in textile materials of cellulose fibres. Analysis of the results is based on the observation of how the porosity of a fabric varies with the value of mechanical load, and, at the same time, how the transmission of ultraviolet radiation through the fabric is changed.

The tests were performed on knitted cotton fabrics of various structures, either treated or untreated, with UV-absorbers. The knitted fabrics were gradually loaded mechanically by a defined strength and the caused deformed structures were fixed mechanically. Individual samples were measured on a spectrophotometer and additionally their porosity was determined by an optical microscope and the system of LUCIA G graphic analyses. The structural changes were visualized by means of scanning electron microscopy.

Klíčová slova:

ultrafialové záření

UPF (ultrafialový ochranný faktor)

UV absorbér

pletenina

spektrofotometrie

porozita

Key words:

ultraviolet radiation

UPF (ultraviolet protection factor)

UV absorber

knitted fabric

spectrophotometry

porosity

OBSAH

Seznam použitých symbolů.....	9
ÚVOD.....	10
TEORETICKÁ ČÁST	
1. ATMOSFÉRA ZEMĚ.....	11
1.1 Ozónová vrstva.....	11
1.2 Sluneční záření.....	14
1.2.1 Ultrafialové záření.....	15
2. ANATOMIE KŮŽE.....	17
2.1 Přirozená fotoprotekce kůže.....	18
2.2 Reakce kůže na oslunění.....	18
2.3 Děti a UV záření.....	20
3. SPF (sun protection factor).....	22
3.1 UV-index.....	23
3.2 Fototypy pokožky.....	24
3.3 MED (minimal erythemal dose)	25
4. UPF (ultraviolet protection factor).....	26
4.1 Testovací metody hodnocení UV ochrany textilií.....	26
4.2 Faktory ovlivňující ochrannou funkci textilií.....	27
5. OCHRANA TEXTILIEMI PŘED UV ZÁŘENÍM.....	31
5.1 Úpravy bariérových textilií chránící proti UV záření.....	32
5.2 Principy úprav.....	33
EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	34
6. CHARAKTERISTIKA MATERIÁLŮ.....	35
7. VYVÁŘKA A BĚLENÍ	36
7.1 Použité chemikálie.....	36
7.2 Způsob provedení peroxidické vyvářky.....	36
8. APLIKACE UV ABSORBÉRU SOLTEX 1052.....	37
8.1 Použité chemikálie.....	37
8.2 Klocování.....	37
8.2.1 Mokrý přivažek.....	38
9. APLIKACE UV ABSORBÉRU RAYOSAN® C PASTE.....	39
9.1 Použité chemikálie.....	39

9.2 Klocování.....	39
9.2.1 Mokrý přivažek.....	40
10. PŘÍPRAVA VZORKŮ PLETENIN PRO MĚŘENÍ PROSTUPU	
UV ZÁŘENÍ.....	41
11. STANOVENÍ UPF VZORKŮ PLETENIN.....	42
11.1 UPF - materiály bez UV absorbéru.....	42
11.2 UPF - materiály upravené UV absorbérem Rayosan® C Paste - koncentrace 60 g.l ⁻¹	43
11.3 UPF - materiály upravené UV absorbérem SOLTEX 1052 - koncentrace 60 g.l ⁻¹	44
11.4 UPF - materiály upravené UV absorbérem Rayosan® C Paste - koncentrace 10 g.l ⁻¹	45
11.5 UPF - materiály upravené UV absorbérem SOLTEX 1052 - koncentrace 10 g.l ⁻¹	45
11.6 Diskuze výsledků.....	46
12. STANOVENÍ POROZITY VZORKŮ PLETENIN.....	47
12.1 Porozita materiálů	49
12.2 Diskuze výsledků.....	50
13. RASTROVACÍ ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE.....	51
14. ZÁVĚR.....	54
Seznam použité literatury.....	56
PŘÍLOHY.....	58

Seznam použitých symbolů

SPF - sluneční ochranný faktor

UPF - ultrafialový ochranný faktor

MED - minimální erytemální dávka

PES - polyester

PAD - polyamid

PE - polyethylen

ba - bavlna

P - plošná porozita

S_p - plocha pórů textilie

S_c - celková plocha textilie

W - stupeň pohlcení UV záření v oblasti mimo póry

UPF_{lim} - UPF faktor pro nulovou porozitu

$E(\lambda)$ - intenzita slunečního záření

$\varepsilon(\lambda)$ - erytém funkčního spektra

$\Delta\lambda$ - interval měření vlnové délky

$T(\lambda)$ - spektrální propustnost ve vlnové délce

DU - Dobsonova jednotka

ÚVOD

UV záření – dobrý sluha, ale zlý pán

Sluneční energie po pošmourné zimě připadá mnohým z nás jako balzám na duši i tělo. A nejen po zimě, ale stačí pár deštivých dní a všichni se sluníčka nemůžeme dočkat. Nechat na sebe dopadat tolik postrádané paprsky může být velmi příjemné, ale také velmi zrádné.

Ozónová vrstva stratosféry se ztenčuje a dochází ke zvýšenému průniku a dopadu slunečního záření na Zemi. Tím pádem dochází i ke zvýšené expozici nebezpečného UV záření. Rizika pro zdraví člověka se tak zvyšují. Nadměrné či prudké slunění má závažné negativní účinky na kůži, oči, ale i na celý organismus člověka.

Zvlášť nebezpečná je expozice slunečnímu záření u dětí nebo mladistvých osob. Dávky ultrafialové složky slunečního záření se během celého života sčítají a tak opakovaná expozice od dětství významně přispívá k možnému rozvoji rakoviny kůže v pozdějším věku. [1]

V roce 2007 odstartovala celoevropská kampaň na ochranu před UV zářením. Iniciátorem akce je Světová zdravotnická organizace (WHO) ve spolupráci s dalšími nadnárodními organizacemi, jako je Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) a Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením (ICNIRP). Globální projekt se jmenuje Intersun, je připravován již od roku 2004, a jeho cílem je zvýšení informovanosti obyvatel planety o škodlivosti UV záření, příprava účinných programů ochrany zdraví před osluněním a snížení nákladů na léčbu onemocnění z UV záření. V rámci projektu Intersun je připravována mezinárodní směrnice, která bude implementována do naší národní legislativy. [2]

Tato práce si klade za cíl analýzu výsledků měření provedených na bavlněných pleteninách. Zkoumání je zaměřeno na prostup škodlivého UV záření. Vzorky byly nejprve vyvařeny a vyběleny, poté na ně byly nanесeny různé UV absorbéry v různých koncentracích. Jednotlivé vzorky byly vystavovány definovanému mechanickému namáhání a vzniklé deformované struktury byly mechanicky fixovány. Následně byl vyhodnocován prostup UV záření těmito pleteninami v závislosti na struktuře pletenin, jejich plošné hmotnosti, tloušťce a též v závislosti na porositě, která se měnila s měněním se mechanickým namáháním pletenin. Změny ve struktuře byly zachyceny pomocí rastrovacího elektronového mikroskopu.

TEORETICKÁ ČÁST

1. ATMOSFÉRA ZEMĚ

Atmosféra je plynný obal Země, který je k Zemi připoután gravitační silou. Celková hmotnost atmosféry se pohybuje okolo $5,137 \times 10^{18}$ kilogramů.

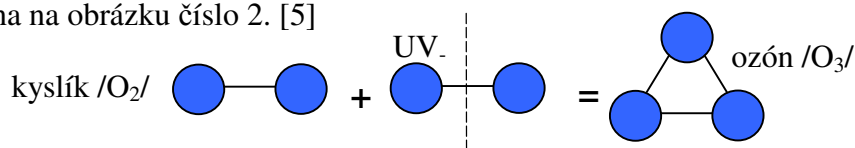
Atmosféra se dělí ve vertikálním směru na pět soustředěných částí, tzv. sfér, které se od sebe liší různými fyzikálními vlastnostmi. Jsou to:

- troposféra
- stratosféra - nachází se ve výškách od 11 km až do 50 km nad hladinou moře a teplota ve spodní části se pohybuje okolo -45 až -75 °C. Pro život na Zemi je důležitá pro to, že je zde oblast mezi 25 až 35 km nad hladinou moře, kde se nachází největší koncentrace ozónu, jde tedy o oblast ozónové vrstvy - ozónosféry.
- mezosféra
- termosféra
- exosféra [3]

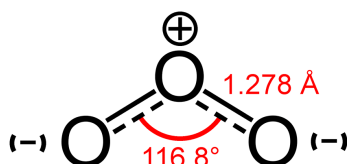
1.1 Ozónová vrstva

Ozónová vrstva obsahuje zvýšený poměr ozónu (O_3) vůči běžnému dvouatomovému kyslíku (O_2). Zvýšený poměr ozónu znamená pouhých několik částic v milionu, což je mnohem více, než kolik je ozónu v přízemních vrstvách, ale stále velmi málo v porovnání s hlavními složkami atmosféry [9]. Kdyby byl všechen ozón z ozónosféry soustředěn do jedné vrstvy, činila by tato vrstva pouze 3 mm silný souvislý obal kolem naší Země. [4]

K nárůstu obsahu ozónu v ozónové vrstvě dochází při střetu molekul kyslíku s fotony ultrafialového slunečního záření kratší vlnové délky (okolo 200nm). Při střetu dojde k rozštěpení molekuly na dva atomy, které ihned reagují s okolními molekulami O_2 za vzniku ozónu - O_3 . Na obrázku 1 je znázorněn vznik ozónu, molekula ozónu je znázorněna na obrázku číslo 2. [5]



Obr. 1 Vznik ozónu dle [43]



Obr. 2 Molekula ozónu, schématické znázornění dle [5]

Energie ultrafialového záření s vlnovou délkou větší (okolo 250-300nm) naopak ozón zase rozkládá. Tento proces je v rovnováze. [6]

Ozón je toxický a chemicky agresivní plyn. V plynném skupenství je bezbarvý, ve vyšší hustotě má modravou barvu, v tekutém skupenství je tmavě modrý až černý, v pevném skupenství je modrý až fialový. Bod tání má 80 K, bod varu 161 K. Má typickou "elektrickou" vůni, která je patrná již při koncentracích od 0.012 PPM.

Přírodní ozón vzniká tam, kde je dostatek slunečního záření, v atmosféře při bouřce vysokým napětím a výboji (blesky), nebo fotochemicky za současného působení smogu a záření. [7]

Ozón se vyskytuje i v přízemních vrstvách atmosféry – asi 10%. Ozón působí toxicky a agresivně na všechny organismy. Při koncentracích nad 200 mg.m⁻³ dochází k dráždění očí, sliznic, ke kašli a bolestem hlavy. Koncentrace nad 4000 mg.m⁻³ vyvolá už po dvou hodinách poškození dýchacího ústrojí. Ozón škodí i vegetaci. Zpomaluje růst a vývin kořenového systému, způsobuje narušení voskových povlaků jehlic a listů, může vést k úplnému uhynutí rostlin. Podílí se na vzniku kyselých dešťů.

Ozón také usmrcuje bakterie. Využívá se jej při úpravách pitné vody, mléka, potravin a vzduchu – ozónizací.

Molekula ozónu snadno absorbuje energii jiného UV-fotonu a výsledkem je snížení energie procházejícího ultrafialového záření. Ozónová vrstva tedy hraje mimořádně významnou roli pro pozemský život, neboť chrání planetu před ultrafialovým zářením. Díky této ochraně se k povrchu Země dostává pouze asi 1% ultrafialového záření přicházejícího ze slunce.

Ozónovou vrstvu objevili roku 1913 francouzští fyzikové Charles Fabry a Henri Buisson. Její vlastnosti podrobně prozkoumal britský meteorolog Gordon Dobson, který také vyvinul jednoduchý spektrofotometr, kterým lze měřit stratosférický ozón z povrchu Země. Mezi lety 1928 a 1958 Dobson založil celosvětovou síť stanic

monitorujících ozón, která funguje dodnes. Mírou množství ozónu ve sloupci nad povrchem je dobsonova jednotka, pojmenovaná právě po Dobsonovi. Přičemž 100 DU (Dobson Unit) odpovídá vrstvě ozónu kolem Země o tloušťce 1 mm. [5]

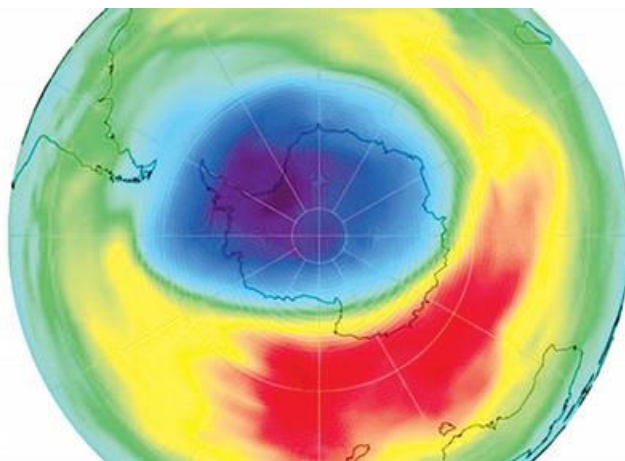
Ozónovou vrstvu v atmosféře v současné době narušují, kromě nadzvukových letadel, které ji poškozují svými výfukovými plyny, především tzv. freony (chlorované a fluorované uhlovodíky - CFC) a herbicidy. [7] Narušování ozónové vrstvy patří mezi problémy zasahující celou planetu, není omezeno jen nad oblast Antarktidy, ani jen na jižní polokouli. Redukce ozónové vrstvy byla pozorována také na severní polokouli, nad oblastí severního pólu, i když ne v takové míře jako nad Antarktidou - celková redukce byla zaznamenána prakticky na celém světě. [4] Některé látky, které jsou produkovány v přirozených procesech, ale zejména řada látek, které vyrábí člověk, se postupně dostávají do vyšších vrstev atmosféry - do stratosféry - a mají tu vlastnost, že rozkládají ozón. Jejich nebezpečí tkví právě v tom, že ve ztenčené vrstvě ozónu je zachyceno méně ultrafialového záření, které pak může pronikat na zemský povrch. [7] Přibližně platí, že 1 % snížení obsahu ozónu znamená asi 2 % zvýšení příkonu UV-B záření na zemský povrch. [4]

Na negativní účinky freonů na ozón poprvé upozornili v roce 1974 Mario Molina, F.Sherwood Rowland a Paul Crutzen. Jejich varování však nenacházela přílišného ohlasu až do počátku 80. let, kdy britští výzkumníci v čele s Josephem Farmanem zveřejnili výsledky svých sledování v Antarktidě. Zvláštního výkyvu, který nastával na jaře a vracel se k normálu až po několika měsících, si poprvé všimli v roce 1981. Úbytek ozónu se každý rok prohluboval a v roce 1985 činil téměř 50 procent. [4] V České republice bylo ztenčení ozónové vrstvy poprvé zaznamenáno v zimě na přelomu let 1991/1992. [7]

V důsledku tohoto zjištění byla 22.března 1985 přijata Vídeňská úmluva na ochranu ozónové vrstvy a 16.září 1987 byl podepsán tzv. Montrealský protokol o látkách, které poškozují ozónovou vrstvu, který redukuje výrobu a použití antropogenních látek. Československo se k Vídeňské úmluvě i Montrealskému protokolu přihlásilo v roce 1990; Česká republika se připojila 1.ledna 1993 (k dodatkům pak 21.srpna 1996). První československý zákon o ovzduší přijal parlament v roce 1991. [4]

Oblast zeslabeného množství ozónu na přelomu září a října 2007 dosahovala rozlohy přes 20 miliónů km². V roce 2006 na přelomu září a října byla díra výrazně větší, a to 28 mil. km². Stav ozónu nad jižním pólem ke dni 3.10. 2007 znázorňuje

obrázek 3. Právě přelom září a října je obdobím, kdy v důsledku teplotních změn a proudění v atmosféře ve výšce mezi 20 a 30 kilometry dosahuje ztráta ozónu nejvyšších hodnot. Díky Montrealskému protokolu vědci předpokládají, že asi v 60. letech tohoto století bude opět zacelena. [8]



Obr. 3 Stav ozónu nad jižním pólem 3.10. 2007 - intenzita modré barvy odpovídá oslabení ozónové vrstvy dle [8]

1.2 Sluneční záření

Sluneční záření je elektromagnetické vlnění obsahující několik složek, které mají podle různé vlnové délky různý biologický účinek. Sluneční paprsky pronikající do atmosféry obsahují zhruba 50% viditelného světla, 45% infračervených paprsků a 5% ultrafialového záření. Intenzita a složení slunečního záření značně kolísá. Závisí na ročním období a denní době, na znečištění atmosféry, na zeměpisné šířce, na nadmořské výšce atd. Uplatňuje se redukce ultrafialového záření ozónovou vrstvou stratosféry, dalšími faktory jsou částice prachu, kouř a oblaka, pohlcování infračerveného záření vodními parami. Atmosféra zatím funguje jako ochranný deštník, který brání průniku nejškodlivějších složek slunečního spektra. Z hlediska biologické účinnosti má největší význam UV složka slunečního záření. [1]

Sluneční záření, dopadající na zemský povrch, dělíme následovně:

- ultrafialové záření - podle vlnové délky se rozděluje do tří oblastí:

záření UVC - vlnová délka 180-280 nm

záření UVB - vlnová délka 280-315 nm

záření UVA - vlnová délka 315-400 nm

- viditelné světlo - vlnová délka 400-700 nm

toto světlo nemá žádné známé škodlivé účinky, naopak působí na lidský organismus příznivě.

- infračervené paprsky - vlnová délka nad 700 nm

tyto paprsky vnímáme jako teplo, kterým nás slunce zahřívá.

1.2.1 Ultrafialové záření

Ultrafialové záření je neviditelné elektromagnetické záření o vlnové délce 180-400 nm a frekvenci 1015-1017 Hz. Je součástí slunečního spektra a nachází se mezi viditelným slunečním zářením a rentgenovými paprsky. [9] Sluneční záření obsahuje asi 5% UVB a 95% UVA záření.

Podle vlnové délky se rozděluje do tří oblastí:

- záření UVC – krátkovlnné, vlnová délka 180-280 nm

Tato složka UV záření o nejkratší vlnové délce je životu na zemi nebezpečná, má vysokou energii, toxické účinky a silnou karcinogenní schopnost. Ačkoli je zatím zcela absorbováno atmosférou, obava z jeho vlivu na živé organismy v důsledku ztenčování ozónové vrstvy stoupá. [10] Vzhledem k tomu, že je absorbováno vzdušným kyslíkem a dusíkem, lze ho identifikovat pouze ve vakuu. [11]

- záření UVB – středněvlnné, vlnová délka 280-315 nm

Asi 60% záření UVB je filtrováno ozónovou vrstvou atmosféry, zbytek dopadá na zemský povrch. Po dopadu na kůži záření proniká do pokožky, do horní části koria zasáhne jen velmi malá část (asi 10%). UVB záření způsobuje hnědé zbarvení kůže efektem pozdní pigmentace. Při nadměrné dávce UVB záření způsobuje zarudnutí kůže, ještě vyšší expozice má za následek spálení pokožky. Narušením DNA kožních buněk může způsobit rozvoj zhoubného onemocnění kůže.

- záření UVA – dlouhovlnné, vlnová délka 315-400 nm

Díky větší vlnové délce se dostává UVA záření hlouběji do kůže - do koria jej pronikne asi 40%. Biologickým účinkem UVA záření na pojivo dermis je tzv. elastoidní degenerace, jejímž následkem je předčasné stárnutí kůže. Dostatečná dávka UVA, tak účinkem na melanin přítomný v epidermis, vyvolává časnou pigmentaci kůže, která vzniká nedlouho po ozáření, avšak trvá jen krátkou dobu. UVA záření se také podílí na tvorbě volných radikálů, při dlouhodobějším působení podporuje narušení imunitních mechanismů. Jejich oslabení pak umožňuje rozvoj nádorových onemocnění kůže. [10]

Množství UV záření dopadající na zemský povrch závisí na řadě faktorů :

- roční období - v letním období dopadá na zemský povrch asi 3x více UV záření než v zimě, v těchto dnech tak proniká až 90% intenzity slunečního záření. Výrazný rozdíl je v UVB složce, které je v létě 10x více než v zimě
- denní doba - během dne kolísá především intenzita záření UVB - nejvíce paprsků, téměř 50% denní dávky, dopadá na zem v poledních hodinách, to je mezi 11.-13. hodinou v zimě, nebo 12.-14. hodinou letního času, intenzita UVA záření se příliš nemění
- nadmořská výška - ve vyšších horských polohách je intenzita UV záření větší, na každých 300 m nadmořské výšky narůstá intenzita o 4%
- zeměpisná poloha - čím blíže k rovníku, tím kratší je dráha paprsků pronikajících atmosférou a tím je tedy vyšší intenzita záření při dopadu na zemský povrch, v tropickém pásmu může být intenzita záření až 5x vyšší
- odraz paprsků od okolí – sníh odráží až 80%, klidná vodní hladina 6%, mořská voda v pohybu 20%, bílý písek 25%, šedý asfalt nebo beton 3%, trávník a tráva 0,5-4% dopadajících paprsků
- stav ozónové vrstvy
- oblačnost a znečištění ovzduší naopak může UV záření snížit až o 40-80%. [12]

UV záření proniká i do hloubky vodní plochy. Asi půl metru pod hladinou je stále intenzita asi 40% intenzity na hladině. [1]

2. ANATOMIE KŮŽE

Kůže je největší orgán lidského těla. V závislosti na velikosti těla váží včetně podkoží 15-20 kg a má plochu 1,5-2 m². Nejtenčí pokožka je na očním víčku - 0,1 mm a nejtlustší na ploskách nohou - 0,4 mm. Skládá se ze dvou základních vrstev: epidermis (pokožka) a dermis (škára). Nejsvrchnější vrstvou je epidermis. Tato vrstva je tvořena mnohovrstevným dlaždicovým epitelem s vrchní vrstvou rohovou, v hlubších vrstvách je uložen kožní pigment. Dermis vytváří vazivo, jímž prostupuje velké množství krevních cév, spojujících se v celé cévní pleteně.

V epidermis se nacházejí dva druhy buněk - keratinocyty a melanocyty.

Keratinocyty jsou buňky vznikající v bazální vrstvě epidermis, které se postupně posouvají směrem ke kožnímu povrchu a průběžně mění svoji charakteristiku. Podle charakteristických znaků keratinocytů v různých vrstvách epidermis jsou nazývány jednotlivé vrstvy pokožky:

- stratum spinosum - buňky mají výběžky, kterými se navzájem spojují
- stratum granulosum - buňky obsahují granula (zrníčka)
- stratum corneum - keratinocyty rohovějí, buňky ztrácí jádra a přebírají pigment od melanocytů.

Melanocyty jsou světlé buňky nacházející se v epidermis těsně nad její nejspodnější, bazální vrstvou. V melanocytech vzniká přirozené kožní barvivo melanin. Melanin je pigment způsobující hnědé zbarvení kůže. Ochranný účinek spočívá především v částečné absorpci UV záření, brání jeho škodlivým účinkům na ostatní struktury. Chrání tak buněčné jádro keratinocytů před poškozením DNA, stejně jako kolagen a další struktury dermis před UV poškozením. Funguje i jako lapač volných radikálů, které v kůži po UV ozáření vznikají.

Melanocytů je méně než keratinocytů – na sluncem exponovaných místech je jejich poměr 1:4, jinde 1:20. Vyjádřeno absolutními čísly je to na trupu 800 melanocytů/mm², v obličeji 2500 melanocytů/mm². Počet melanocytů je neměnný, tyto buňky se nedělí. Pokud jsou poškozeny nebo chirurgicky odstraněny, zůstává oblast trvale světlejší. [12]

2.1 Přirozená fotoprotekce kůže

Lidský organismus je vybaven dvěma přirozenými mechanismy ochrany před UV zářením.

- tvorba kožního barviva melaninu - kůže reaguje na UV ozáření zhnědnutím (opálením). Časnou pigmentaci vyvolává UVA záření, UVB záření způsobuje novotvorbu melaninu. Novotvořený melanin tak chrání kůži až při další expozici.
- zesílení rohové vrstvy kůže - stratum corneum kůže dopadající UV záření jednak odráží, jednak absorbuje. Ztlustění této vrstvy v reakci na UV ozáření je fyziologickým ochranným mechanismem, který brání pronikání záření do hlubších struktur a jejich poškození. Tento ochranný mechanismus je vyvolán především účinkem záření UVB. V praxi si tohoto jevu můžeme povšimnout nedlouho po prvním výraznějším opálení, kdy se pokožka v drobných šupinách nadměrně olupuje. Velmi silná rohová vrstva je fyziologicky přítomná např. v dlaních – zde je MED 20x větší než jinde. Proto se zde kůže téměř nikdy nespálí.

Oba typy přirozených mechanismů se plně rozvinou během 3 týdnů v případě, že kůže dostane denně přiměřenou dávku slunečního záření. Optimální dávka tohoto záření je taková, která ještě nezpůsobí po ozáření zčervenání kůže.

Solária vyzařují především paprsky UVA, složka UVB záření je jen velmi malá. Jelikož ochrana kůže zesílením rohové vrstvy nastává především vlivem záření UVB, předchozí ozařování v soláriu neposkytuje plnou ochranu před přirozeným slunečním zářením. Kůže opálená v soláriu je sice hnědá, poškozování kůže přirozeným slunečním zářením však tato umělá pigmentace nezabrání. [12]

2.2 Reakce kůže na oslunění

Díky tomu, že UV záření neproniká do hloubky tkání, nejcitlivějším orgánem jsou tak kůže a oči (oční spojivky a rohovka, u dlouhovlnného UVA pak také oční čočka). Průnik UV záření normální kůži je jen do hloubky 0,6 mm. [10] Při dopadu na kůži se část paprsků odráží přímo od kožního povrchu, část se odráží od hlubších vrstev kůže, zbytek je absorbován a způsobuje v kůži fotobiologické pochody. Průnik UV záření kůží závisí na absorpci záření hnědým pigmentem melaninem. Sluneční záření proto více proniká do kůže nepigmentované než pigmentované. [12]

V oku absorbuje UV záření spojivka a částečně i rohovka. Po ozáření oka UV paprsky může dojít po 30 minutách až 24 hodinách prudkému zánětu spojivek a rohovky provázený zpravidla zánětlivou reakcí kůže očních víček a kůže obličeje. Tyto příznaky mizí během 48 hodin. [10]

Biologický účinek vyvolává jen energie v kůži absorbovaná. Kůže reaguje na sluneční ozáření zarudnutím a pigmentací.

Dále jsou uvedeny reakce kůže, vyvolané expozicí UV záření:

- časná pigmentace - takovéto ztmavnutí kůže vzniká oxidací pigmentu v kůži již přítomného, které začíná ještě během vlastního opalování
- pozdní pigmentace - nastává v důsledku tvorby nového melaninu v pokožce, tato reakce na UV ozáření dosahuje vrcholu asi 72 hodin po sluneční expozici
- okamžité zarudnutí - toto zčervenání kůže nastává tepelným účinkem UV paprsků, které vyvolávají vazodilataci, po návratu do stínu záhy mizí
- pozdní zarudnutí - nastává 2-8 hodin po UV ozáření a vrcholí za 12-24 hodin. Jde o jednoduchou zánětlivou reakci kůže, která je dočasná. Po ústupu erytému nastává zhnědnutí kůže mechanismem pozdní pigmentace. Pozdní zarudnutí je již varovným příznakem signalizujícím možnost spálení kůže při dalším zvýšení sluneční expozice. [12]

Akutní následky vyvolané expozicí UV záření:

- zarudnutí, opálení až spálení kůže (tzv. solární dermatitida)
- fotoalergické a fototoxické reakce, včetně reakcí na užívané léky
- zhoršení některých kožních onemocnění
- porucha obranyschopnosti kůže

Pozdní následky vyvolané expozicí UV záření:

- předčasné stárnutí kůže (kůže je zhrubělá)
- nepravidelně pigmentovaná, tenká, nepružná kůže
- vznik kožních nádorů, zejména karcinomů, melanomů, včetně melanomu na sítnici
- vznik šedého zákalu

Všechny uvedené následky je možno současně zařadit do kategorie tzv. nepříznivých účinků. Otázka hodnocení tzv. příznivého účinku opalování

je v současnosti otázkou velmi kontroverzní. Za příznivé účinky slunečního záření se považují:

- tvorba vitamínu D a zpracování vápníku (účinně řídí metabolismus vápníku a podporuje vstřebávání vápníku ve střevě, ukládání vápníku do kostí a reguluje dynamickou přestavbu kostí)
- využití slunečního záření k fotosyntéze u rostlin
- využití slunečního záření jako podkladu bio rytmu
- zlepšení hojení ran (maximum účinku se popisuje kolem 350 nm)
- účinek sterilizační (germicidní lampy)
- léčebné účinky (fototerapie, helioterapie, fotochemoterapie) [13]

2.3 Děti a UV záření

Děti jsou nejvíce ohrožení jedinci v souvislosti se slunečním zářením. Rády si hrají venku a při hře vydrží na čerstvém vzduchu, a bohužel i na slunci, až třikrát déle než dospělí. Jejich pokožka je obzvláště citlivá, rohová vrstva epidermis je slabá a ochranné pigmenty, zejména u malých dětí, ještě nejsou přítomny, teprve se začínají tvořit. [14] Nedostatek melaninu znamená, že dítě nemá téměř žádný přirozený obranný mechanismus proti UV záření. [15] Záření tudíž proniká do kůže ve větší míře a do hlubších vrstev koria. [14]

Proto je ochrana před UV zářením u dětí mimořádně důležitá. Je více než vhodné je účinně a důsledně chránit správným oblečením, speciálními fotoprotektivními krémy s vysokými ochrannými faktory (proti složce UVA i UVB) - doporučují se přípravky s fyzikálními filtry fungující na mechanismu odrazu a také slunečními brýlemi. Děti do jednoho roku přímému slunci vůbec nevystavujeme. [16]

Pokožka nám neodpustí žádnou chybu, které se při slunění dopouštíme, má dobrou paměť. Vědecké studie dokládají přímou spojitost mezi vznikem kožní rakoviny a expozicí slunečnímu záření v dětství, a to hlavně v první dekádě života. [15] Provedené studie zjistily, že dítě do 10 let dostane až 50 % celkového slunečního záření za život. [16]

Nebezpečnější je spálení, ale i mírné zčervenání kůže, zejména opakovaně, je velmi riskantní. Nejzrádnější je nárazové opalování, kdy je nepřipravená kůže náhle a

na delší dobu vystavena slunečním paprskům. K této situaci může velmi snadno dojít například na dovolené v jižních nebo exotických zemích, kde je intenzita slunečního záření daleko vyšší, než jsme zvyklí. Nechráněný pobyt na takovém slunci může spustit nezdravé změny v kůži. K tvorbě potřebného vitamínu D stačí vystavení obličeje a rukou dennímu světlu (ne slunci!) každý den po dobu pouhých 10 minut. [15]

Předávkování UV zářením se začíná projevovat ve věku od 40 do 50 let. Jednou poškozená genetická výbava buněk a tím vzniklé defekty jsou nenapravitelné. [17]

Mezi všeobecné preventivní kroky pro děti i dospělé, vydané Evropskou komisí dne 9. července 2007 v Bruselu, patří:

- nevystavovat se nadměrně slunci v době nejintenzivnějšího slunečního svitu, obvykle mezi 11h a 15h
- není-li možné nevycházet na slunce, chránit si pokožku oděvem. Dodatečnou ochranu zajistí pokrývky hlavy a sluneční brýle
- kojence a malé děti chránit před pobytem na přímém slunci
- používat prostředky na ochranu proti slunečnímu záření, které chrání jak před zářením UVB, tak i zářením UVA – tzn. fotoprotektivní krémy i oděvy
- používat ochranné prostředky v dostatečném množství. Správné použití výrobku je stejně důležité jako jeho výběr. Aby se dosáhlo ochrany uvedené v ochranném slunečním faktoru, je potřeba nanést vrstvu odpovídající 2 mg/cm^2 . To odpovídá přibližně 36 gramům (šesti plným kávovým lžičkám) ochranného prostředku na tělo dospělé osoby. Má-li se úroveň ochrany např. po plavání nebo vytření ručníkem zachovat, je třeba stejné množství nanést znovu. [18]

3. SPF (sun protection factor)

Zkratka SPF, která bývá uváděna na fotoprotektivních přípravcích proti slunci, určuje dočasnou ochrannou účinnost tzv. sunscreensu - látky, která nám pomáhá zvyšovat obranyschopnost kůže proti nebezpečnému UV záření. [15] Tyto přípravky obsahují různé kombinace UV filtrů dle požadovaného stupně ochrany, který se vyjadřuje jako ochranný faktor. Pro nižší stupeň ochrany se používají jen filtry pro UVB oblast, pro vyšší hodnoty je nutná kombinace filtrů pro UVB a UVA oblast záření. Velikost ochrany je ovlivňována nejen koncentrací a druhem UV filtrů, ale celkovou recepturou přípravku. Ochranné prostředky nanesené na kůži působí dvojím způsobem, navozují:

- reflexi, případně rozptyl záření (fyzikální, mechanická ochrana)
- absorpci energie záření (chemická ochrana).

Výši ochranného faktoru lze spolehlivě stanovit pouze biologicky ve skupině exponovaných osob. Ochranný faktor je definován podílem minimální erytémové dávky (MED) potřebné k vyvolání prahového erytému pro kůži chráněnou fotoprotektivním přípravkem a MED pro kůži neošetřenou. Velmi zjednodušeně to znamená, že např. u přípravku s ochranným faktorem 4 může exponovaná osoba prodloužit čas slunění do vzniku erytému 4 krát. V úvahu je ovšem třeba vzít smývatelnost prostředku při koupání nebo pocení. Při užívání léků, ale i působením některých trav a v důsledku složení stravy může individuálně citlivost na sluneční záření vzrůstat. Také je důležité zohlednit fototyp pokožky a intenzitu UV záření (UV index). [19]

Tento SPF se týká pouze ochrany kůže proti vzniku zarudnutí. Ostatní působení UV záření, jako potlačení imunitních pochodů, stárnutí kůže a tvorba nádorů, v SPF není nijak zhodnoceno. [20]

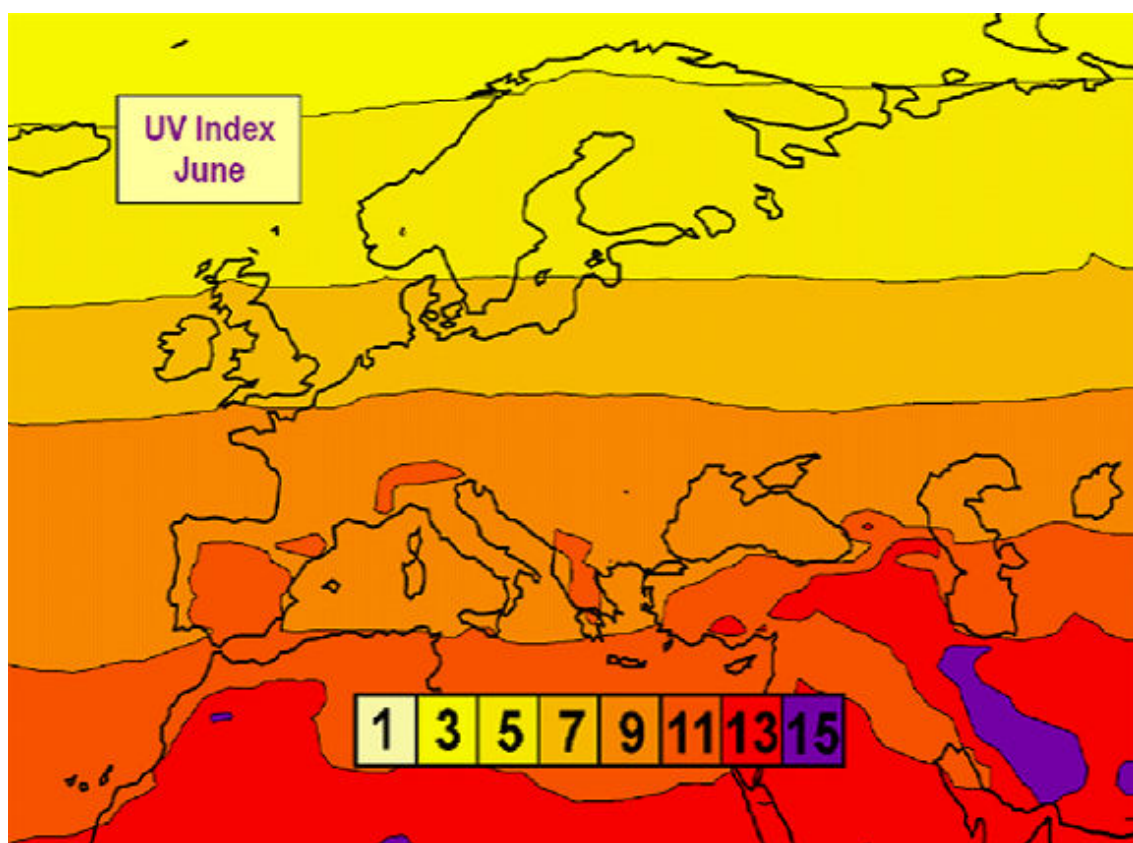
Pro stanovení SPF je v současné době v zemích Evropské unie používána metoda „International Sun Protection Factor (SPF) Test Method (2003)“, která má charakter specifické oborové normy. Byla zpracována a vydána společně evropským a japonským sdružením výrobců kosmetických prostředků. [2]

3.1 UV-index

UV-index je mezinárodně standardizovaná bezrozměrná veličina, která nás informuje o působení UV záření na lidskou kůži při tvorbě erytému - zrudnutí (zánětu kůže) - to znamená, že nám podává zprávu o negativním vlivu UV paprsků na lidský organismus, viz. tabulka č.1. [10] Na obrázku 4 je znázorněn odhad geografického rozložení UV indexu v červnu, v poledne, za slunné oblohy.

Tab. 1 Intenzita UV indexu dle [10]

UV index	Druh expozice
≥ 2	Nízká
3 – 5	Mírná
6 – 7	Vysoká
8 – 10	Velmi vysoká
11 – více	Extrémní



Obr. 4 Odhad geografického rozložení UV indexu v červnu, v poledne, za slunné oblohy dle [21]

3.2 Fototypy pokožky

V tabulce 2 jsou uvedeny fototypy pokožky, které jsou závislé na fotosenzitivitě jedince a míře pigmentace pokožky. Kožní fototypy jsou vrozené a nemohou být změněny vnějšími vlivy.

Tab. 2 Fototypy pokožky dle [10]

Typ kůže (popis)	Označení	Reakce na slunění	Ochranná reakce kůže	Možný čas pro první expozici bez reakce	1MED [Jm ⁻²]
I. kůže nápadně světlá, pihy husté, vlasy rezavé, oči modré, zřídka hnědé; prsí bradavky velmi světlé	Keltský typ (2 %)	vždy těžký	žádná červená kůže bez pigmentace, za 1-2 dny se loupe	5-10 minut	200
II. kůže trochu tmavší než I., pihy řídké, vlasy blond až hnědé, oči modré, zelené, šedé; prsí bradavky světlé	Evropan se světlou pleť (12 %)	vždy silný	velmi slabá pigmentace, kůže se loupe	10-20 min.	250
III. kůže světlá, světle hnědá; pihy žádné, pigmentové névy hnědé, prsí bradavky tmavší	Evropan s tmavou pleť (78 %)	zřídka mírný	průměrná reakce s pigmentací	20-30 min.	350
IV. kůže světle hnědá, olivová; pihy žádné, pigmentové névy tmavé, vlasy tmavé, oči tmavé, prsí bradavky tmavé	Středomořský typ (8 %)	téměř nikdy	rychlá reakce, hluboká pigmentace	40 minut	450

3.3 MED (minimal erythema dose)

Každému kožnímu fototypu přísluší minimální zánětlivá dávka (MED) - dávka záření schopná za 24 hodin vyvolat zřetelné zarudnutí kůže. MED je stanovena na základě velkého počtu měření uskutečňovaných na dermatologických pracovištích celého světa. [20]

4. UPF (ultraviolet protection factor)

UPF, podobně jako SPF u opalovacích krémů, vyjadřuje míru ochrany proti UV záření. Je definován jako ukazatel střední hodnoty UV intenzity ozáření, počítaný pro nechráněnou pokožku, ke střední hodnotě UV intenzity počítané pro pokožku chráněnou pomocí testovaného textilního materiálu. [22] UPF označuje kolik slunečního UV záření je odraženo nebo absorbováno daným textilním materiálem. Textilie s označením 50 budou propouštět pouze 1/50 dopadajících UV paprsků. To znamená, že materiály budou toto záření významně redukovat, protože přes ně prostoupí pouze 2%. [23]

Termín UPF zavedla Australská laboratoř radioaktivního záření (The Australian Radiation Laboratory), která byla také první ve vývoji normy pro testování UV ochrany textilních materiálů používaných pro výrobu oděvů. [35]

4.1 Testovací metody hodnocení UV ochrany textilií

- In vivo

U této metody se testy provádějí na dobrovolnících a pro ozařování jsou používány xenonové obloukové solární simulátory s filtry, které absorbují vlnové délky pod 290 nm a které také redukují viditelné a infračervené záření. Stanford [24] a Gies [25] popisují testovací metodu in vivo založenou na MED testování. Často se provádí ověření metody in vivo metodou in vitro. UPF získaný testovací metodou in vivo má menší platnost, než UPF získaný metodou in vitro. [22]

- In vitro

Tato metoda je jednouchá a vhodná, když je potřeba měřit relativní kolísání UPF. Spektroradiometry nebo spektrofotometry shromažďují přímé a rozptýlené záření pomocí integrační oblasti položené za textilní vzorek. [22]

Přímá a rozptýlená UV propustnost materiálem je rozhodující faktor určující UV ochranu textilií. Radiometrické transmisivní testy užívají širokopásmový UV světelný zdroj, kde je textilní vzorek osvětlený v UVB nebo v UVA+UVB spektrálních oblastech.

UPF je definován podle vztahu (1) dle [26].

$$UPF = \frac{\sum_{290}^{400} E(\lambda) \varepsilon(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{290}^{400} E(\lambda) T(\lambda) \varepsilon(\lambda) \Delta\lambda} \quad (1)$$

kde :

$E(\lambda)$ - intenzita slunečního záření

$\varepsilon(\lambda)$ - erytém funkčního spektra

$\Delta\lambda$ - interval měření vlnové délky

$T(\lambda)$ - spektrální propustnost ve vlnové délce

4.2 Faktory ovlivňující ochrannou funkci textilií

Oděvy mohou chránit naši kůži před škodlivým UV zářením, ale zdaleka ne všechny stejně. Letní oděvy bývají obvykle vyráběny z bavlny, viskózy, hedvábí, lnu, polyesteru nebo kombinací uvedených. Ostatní materiály jako polyamid a elastan jsou používány na výrobu plavek, PAD punčoch a ostatního oblečení. Porovnání různých typů materiálů a jejich UPF je těžké – záleží na různých vlivech, protože určité výrobní kroky (barvení a úpravy) jsou odlišně závislé na materiálu. UPF tedy závisí na porovnání „materiál-barvivo-úprava“. V případě syntetických vláken (PES, PAD) je rozbor ještě těžší, protože UV ochrana těchto materiálů závisí na typu a množství aditiv přidávaných do vláken. [22]

Odolnost textilních materiálů vůči průniku UV záření na pokožku člověka je možné definovat jako bariérové vlastnosti textilií. [27]

Základní faktory ovlivňující ochrannou funkci textilií:

- **Typ vlákna a jeho úpravy** - ve studiích [28,29,30,31] je uváděno, že typ vláken a použitá konstrukce textilií může mít značný vliv na UPF, zvláště pro bílé nebarvené materiály. Bělená bavlna a viskózové hedvábí jsou prostupné pro UV záření a tudíž poskytují relativně nízkou UV ochranu. Toto bylo potvrzeno Crewsem [30], který udává, že bělená bavlna potištěného oděvu měla

UV prostupnost 23,7%, zatímco stejná nebělená textilie měla UV prostupnost pouze 14,4%. Efekt bělení byl také patrný v jeho studii mezi hedvábnými textiliemi. PES má obvykle dobré ochranné vlastnosti, protože tento materiál poskytuje relativně malou UVB propustnost, pravděpodobně díky rozsáhlému konjugovanému řetězci. PES (nebo jeho směsi) by mohli být vhodnými typy materiálů pro UV ochranu oděvem, avšak jeho propustnost pro UVA paprsky je vyšší, než u ostatních typů vláken. To by mohlo být důležité pro uživatele s fotodermatózou, solární kopřivkou, atd. [22]

Chemické struktury vláken určují jeho absorpční vlastnosti. Rozdílné materiály mají různé absorpční spektrum a pohlcují paprsky o různé vlnové délce. Přírodní vlákna jako celulóza, hedvábí a vlna zajišťují jen slabou ochranu proti UV záření. Mikrovlákna polyesteru a polyamidu obsahují jako přísadu velké množství pigmentů TiO_2 a tak zvětšují světelný rozptyl, a také bývají hustěji tkaná. Bavlna vykazuje nejnižší stupeň ochrany proti UV záření, ale přináší největší komfort při nošení, a je proto populárním ošacením pro slunečné léto [11]

- **Barva, barviva a UV absorbéry** - barviva používaná k barvení textilií mohou ovlivnit UV ochranu materiálů, záleží na vlnové délce absorpčního pásma barviva a koncentraci barviva v textili. UV propustnost látek je snížena, když se absorpční maximum použité barvy vyskytuje v UV oblasti. Absorbování UV záření může ovlivňovat vlastnosti materiálu včetně fluorescence, fotodegradace a UV ochrany. Tmavé barvy obecně poskytují lepší UV ochranu, přiměřeně zvýšenou UV absorpcí. Konkrétní odstín barviva se může značně lišit ve stupni UV ochrany, vzhledem k individuálním transmisivním a absorpčním charakteristikám. [32] [22] Např. průměrný UV ochranný faktor bílého bavlněného trička je pouze 7, UPF zeleného bavlněného trička je 10. Naproti tomu černý, modrý nebo zelený samet má UPF přibližně 50. [23] Ke zlepšení UV ochrany by se do materiálů měly přidávat během výrobního procesu UV absorbéry. UV absorbéry jsou bezbarvé sloučeniny, které absorbují vlnové délky v rozsahu od 290nm do 400nm [22], jsou to tedy látky s maximální absorpční schopností v oblasti UV záření, tzv. bezbarvé barvy. Tyto zabrání průchodu UVA i UVB paprsků.
- **Struktura textilního materiálu, porozita** - prostup UV záření textilií je závislý na prostupu paprsků otvory mezi přízí a samotnými vlákny textilie. [20] Dostatečná hustota struktury látky je základním faktorem vysoké ochrany proti UV záření. Volně tkané nebo pletené materiály poskytují velmi malou ochranu před

UV zářením, to znamená, že k docílení ochrany proti UV záření lze využít také vhodné konstrukce textilie. [11] Napínání textilie, např. při nošení, způsobuje vzrůst materiálové porozity s následným poklesem UPF. Výzkumy zmiňují porozitu pomocí různých termínů, včetně faktoru zakrytí, nepropustnosti textilie, nebo otevřenosti textilie. Faktor zakrytí může být definován jako procentuální plocha obsazená osnovními a útkovými přízemi v dané materiálové ploše. To znamená určitý poměr mezi UV propustností a materiálovou strukturou. Za ideální materiál je považován ten, jehož příze jsou zcela nepropustné pro UV záření a otvory nebo volná místa mezi přízemi jsou velmi malé. UV propustnost ideálním materiálem je závislá na faktoru zakrytí dle [22] podle vztahu (2).

$$\text{UV propustnost [\%]} = 100 - \text{faktor zakrytí [\%]} \quad (2)$$

Materiálová konstrukce je základním ukazatelem materiálové porozity, následuje materiálová hmotnost. Uzavřená tkanina nebo pletenina znamená, že je propouštěno méně UV záření. Prostory mezi přízemi jsou obecně větší v pleteninách, než ve tkaninách a hladké tkaniny bez vzoru mají nižší porozitu, než tkaniny s jinými vazbami. [22]

- **Hmotnost a tloušťka textilního materiálu** - z vzrůstu hmotnosti na jednotku plochy vyplývá zmenšení materiálové porozity. Prostory mezi vlákny jsou menší v těžších textiliích, tím pádem prochází méně UV záření. Avšak příze nejsou obvykle neprostupné pro UV záření, tudíž UPF konkrétního materiálu je menší, než UPF ideálního materiálu. V mnoha studiích nebývá tloušťka textilií uváděna, avšak je to užitečná proměnná, na základě které můžeme porozumět rozdílům v UV ochraně mezi materiály. Crews a jeho kolegové [30] uvádějí, že tlustší a hustší materiály propouštějí méně UV záření a docházejí k názoru, že tloušťka je nejefektivnější ve vyjádření rozdílů v UV prostupu, když jsou rozdíly v procentuálním faktoru zakrytí. [22]
- **Obsah vody v textilním materiálu** - UV ochranný faktor také záleží na vlhkosti textilie, pokud se textilie stává vlhkou - vzdušnou vlhkostí, pocením, vodou - může se její ochranná schopnost značně měnit. UPF mokrého oblečení je nižší než u suchého, rozdíl může být až 50%. Voda v prostorech mezi vlákny redukuje odrazovou schopnost textilie, kterou pak prochází více UV záření. U látky

viskózové a u hedvábí závisí UV ochrana na jejich hustotě. Zvětšující se hustota, nabobtnalá vlákna, menší prostory mezi vlákny zvýší ochranu proti UV záření. [20]

- **Používání textilie a její stárnutí** - používání textilie ovlivňuje její ochranné vlastnosti. Pokusy s tričky vyrobenými z bavlny ukázaly, že ochrana proti UV záření roste po jejich vyprání. Lehký stupeň sražení redukuje prostory mezi vlákny a zvyšuje UV ochranu. [20] Praní oblečení pracími prostředky obsahujícími optické zjasňovače se ukázalo jako velmi výhodné, protože tyto látky disponují dobrou absorpcí UV záření. [27]

5. OCHRANA TEXTILIEMI PŘED UV ZÁŘENÍM

Při dopadu UV záření na textilii je možné pozorovat a definovat různé fyzikální děje:

- odraz , bez infiltrace a průniku do textilního materiálu
- absorpce textilním materiálem - zejména u hustých a těžkých látek
- propustnost přes textilií - spojená s rozptylem

U prvních dvou případů nedopadá UV záření na pokožku, v posledním případě se ve větší či menší míře dostává na povrch pokožky. [27]

Řada společností ve světě nyní vyrábí speciální „sluneční“ ochranné oděvy ošetřené UV absorbéry. [23]

V Austrálii a některých dalších zemích vstoupily v platnost normy stanovující přípustný limit UV záření propouštěného oděvní textilií. Jeho dodržování se sleduje u pracovních oděvů určených na venkovní použití. Ochranný faktor UPF by podle norem měl být 40+. [27] V USA vstoupily v platnost nové normy pro materiály se sluneční ochranou v lednu 2001- pouze oděvy s UPF 15-50+ zde mohou být označeny jako oděvy se sluneční ochranou. [23] V Evropě ještě nebyl UPF ochranný faktor specifikovaný.

Na základě hodnoty UPF se uvádí různé dělení textilních materiálů s ohledem na jejich bariérové vlastnosti. [27] V tabulce č.3 je uvedena klasifikační stupnice hodnot UPF oděvů dle [33].

Tab. 3 Rozdělení oděvních materiálů podle hodnoty UPF dle [33]

ochranná kategorie	UPF	UV záření blokováno
vynikající ochranné vlastnosti	> 40	> 97,5%
velmi dobré ochranné vlastnosti	25 - 39	96% - 97,44%
dobré ochranné vlastnosti	15 - 24	93,33% - 95,84%

5.1 Úpravy bariérových textilií chránící proti UV záření

Mechanické úpravy jako je kalandrování a žehlení omezují pronikání UV záření, příze a jejich vlákna se dostávají blíže k sobě a tím se sníží porozita. Je výhodné použít staplové příze, resp. texturované, spíše než hladké hedvábí - tímto se také porozita snižuje. [11]

Ke splnění vhodných bariérových vlastností, které jsou od textilií požadovány, je nutné do nich aplikovat látky zabezpečující ochrannou funkci. [27] Proto se studují nové UV absorbéry vhodné jako přísady do textilií, např. bavlny a viskózy, s maximem UV absorpce. Pro informaci uživatelů by měl v budoucnosti být UV ochranný faktor označen na informační nášivce na rubu textilie. [20] [23]

S ohledem na používané techniky se v současnosti tyto prostředky aplikují do vláken jako

- aditiva (nanoaditiva)
- nánosem ve fázi zušlechťování textilií.

Podstata ochrany lidského těla před UV zářením spočívá buď v:

- absorpci tohoto záření - jako UV absorbéry se používají aromatické sloučeniny obsahující benzenová jádra různých molekulových hmotností, jejichž absorpční spektra leží v oblasti UVB záření. Řada těchto látek účinně oslabuje UV záření a tím také chrání vlákna proti fotodegradaci. Záření je absorbováno jako vibrační energie, která změní molekulární strukturu, tj. vytvoří vazbu mezi fenolickou hydroxidovou skupinou a sousední karbonylovou skupinou ve sloučenině. Dojde k vyzáření tepelné energie a molekula UV absorbéru se vrátí do původního stavu. Používané UV absorbéry jsou obvykle na bázi kyseliny salicylové, benzofenu a benzotriazolu. Sloučeniny na bázi kyseliny salicylové absorbují především UV záření krátkých délek - na druhé straně ale mají velmi nízký bod tání (40-70°C) a snadno sublimují, takže se jako aditiva do vláken nehodí. Benzotriazolové sloučeniny jsou levné a přitom absorbují UV záření v poměrně široké oblasti, takže jsou v praxi nejvíce používány (např. TINUVIN firmy Ciba-Gaigey). [11]
- rozptýlení před kontaktem s lidskou kůží - látky, které odrážejí UV záření jsou obvykle na bázi keramiky (např. TiO_2). Řada těchto látek toto záření nejen rozptyluje, ale také absorbuje. Jde o keramické prášky s vysokým indexem lomu. K maximu rozptylu dochází, pokud je průměr částí roven polovině vlnové délky

dopadajícího záření. Optimální jemnost prášků je kolem 140-180 nm. Problémem je, že u takto malých průměrů částic roste jejich povrchová energie, což zvyšuje nebezpečí vzniku větších aglomerátů. S ohledem na pohlcování UV záření je nejvhodnější ZnO, který prakticky nepropouští paprsky s vlnovou délkou od 300 do 370 nm. O málo méně účinný je TiO₂. Obě sloučeniny jsou také dostatečně odolné vůči tepelnému záření. Množství těchto látek ve vláknech se pohybuje až do 10%. Někdy se keramický prach rozptýluje pouze do jádra bikomponentních jádro/plášťových vláken. Keramické prášky také odrážejí infračervené paprsky s délkami nad 700nm. [11]

5.2 Principy úprav

Principem úprav textilií chránících proti UV záření je vázání UV absorbérů nebo keramických částic buď absorpcí nebo pomocí povrchového roubování. U PES textilií lze využít toho, že látky typu benzotriazolu (aromatická jádra) jsou schopna vazby na vlákna podobně jako disperzní barviva. Lze tedy použít techniky vysokotepelného barvení s tím, že postačuje 1% UV absorbéru z hmoty vlákna (dochází k monomolekulární absorpci). Celulózová vlákna mají nízkou afinitu k UV absorbérům a proto se tyto látky většinou dávají do pryskyřičných úprav (např. při realizaci nemačkové úpravy). Opět postačují koncentrace řádově několik procent. Pro docílení ochrany u technických textilií se používá techniky zátěrů nebo nánosů – nezáleží zde příliš na zhoršení omaku. [11]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem této práce bylo zabývat se vlivem UV absorbérů na propustnost UV záření různými bavlněnými pleteninami. Také byl studován vliv struktury pletenin, jejich plošné hmotnosti, tloušťky a vliv porozity na prostup UV záření.

Nejprve byla provedena peroxidická vyvářka a poté byly nanесeny v různých koncentracích UV absorbéry Rayosan® C Paste a SOLTEX 1052.

Následně bylo na připravených vzorcích materiálu změřeno UPF a porozita. Pomocí rastrovacího elektronového mikroskopu byly zkoumány změny ve struktuře materiálů.

6. CHARAKTERISTIKA MATERIÁLŮ

Výrobce: EXTRA s.r.o., Václavce

V tabulce 4 jsou uvedeny charakteristiky materiálů. Materiálové složení bylo získáno od firmy EXTRA s.r.o.. Plošná hmotnost byla zvážena na laboratorních váhách. Tloušťka byla změřena dle normy ČSN EN ISO 5084 přístrojem COMPUTEX na katedře textilních materiálů FT v Liberci. Hustota sloupků a řádků byla spočítána pod optickým mikroskopem.

Tab. 4 Charakteristika zkoumaných materiálů

materiál číslo	materiálové složení	vazba	plošná hmotnost [g/m ²]	tloušťka [mm]	hustota sloupků [m ⁻¹]	hustota řádků [m ⁻¹]
1	100% bavlna	zátažná pletenina obouliční hladká 1:1	246	1,040	1850	1390
2	100% bavlna	zátažná pletenina obouliční hladká 1:1	478	1,738	1270	1230
3	100% bavlna	zátažná pletenina obouliční hladká 1:1	396	1,805	1090	1070
4	95% bavlna 5% elastan	zátažná pletenina jednoúčinná hladká krytá	351	0,941	1750	3400

Materiál č.1 viz příloha č.1

Materiál č.2 viz příloha č.2

Materiál č.3 viz příloha č.3

Materiál č.4 viz příloha č.4

7. VYVÁŘKA A BĚLENÍ

Byla provedena peroxidická vyvářka, proto byly vyvářka a bělení vzorků spojeny v jeden technologický krok. Vyvářka byla provedena na katedře textilní chemie FT v Liberci

Vyvářka je velmi důležitá operace při předúpravě bavlny a jejích směsí pro získání dobré a stejnoměrné savosti, která má rozhodující význam pro kvalitní provedení dalších zušlechťovacích operací. Dobré a stejnoměrné savosti se dosáhne dokonalým odstraněním nečistot, příměsí, zbytků šlichet a aviváží. Účelem bělení je dosažení požadované bělosti a dobré smáčivosti při minimálním poškození vláken. [34]

7.1 Použité chemikálie

- peroxid vodíku 30% (H_2O_2) - bělicí prostředek
- vodní sklo (Na_2SiO_3) - stabilizátor peroxidu vodíku
- Retardon A konc. - stabilizátor s dispergačním účinkem, aniontový prostředek
- Spolion 8 - smáčecí tenzid, aniontový prostředek
- Slovaton O - dispergační tenzid, aniontový prostředek
- hydroxid sodný 50% (NaOH) - alkalický prostředek

7.2 Způsob provedení peroxidické vyvářky

Složení lázně :

20 ml.l⁻¹ H_2O_2 30%

20 ml.l⁻¹ vodního skla

1 g.l⁻¹ Retardonu A konc.

0,5 g.l⁻¹ Spolionu 8

5 ml.l⁻¹ Slovatonu O

pH = 10 - 12 upraveno NaOH 38°Bé

Délka lázně: 1 : 50

Podmínky: Aplikace pařením po dobu 30 minut při teplotě lázně 95°C, následovalo praní v horké a studené vodě do odstranění zbytků chemikálií, sušení.

8. APLIKACE UV ABSORBÉRU SOLTEX 1052

Aplikace UV absorbéru byla provedena klocováním, technologií PAD-BATCH (klocování-odležení). Aplikace byla provedena na laboratorním fuláru Mathis HVF 69805, na katedře textilní chemie FT v Liberci.

8.1 Použité chemikálie

- SOLTEX 1052 - reaktivní UV absorbér
 - fyzikální stav: žlutohnědý viskózní až pastovitý vodný roztok
 - chemický charakter: organický, s bifunkční reaktivní skupinou
 - iontový charakter: aniontový prostředek
 - ekologie/toxicita: zdravotně nezávadný, bezpečnostní zacházení podle návodů, nesmí se požívat
- vodní sklo (Na_2SiO_3) - stabilizační prostředek
- hydroxid sodný 50% (NaOH) - alkalický prostředek

8.2 Klocování

Složení lázně:

a) 10 g.l^{-1} SOLTEXu 1052

50 ml.l^{-1} vodního skla

9 ml.l^{-1} NaOH 50%

b) 60 g.l^{-1} SOLTEXu 1052

50 ml.l^{-1} vodního skla

14 ml.l^{-1} NaOH 50%

Podmínky: odležení při 20°C po dobu 16 hodin v PE sáčku, poté byly vzorky jednotlivě vyprány pod tekoucí teplou vodou po dobu 1 minuty, poté opláchnuty ve studené vodě, následně byly usušeny při pokojové teplotě.

8.2.1 Mokrý přívažek

a) při koncentraci 10 g.l^{-1} SOLTEXu 1052

- materiál č.2 - mokrý přívažek 95%
- materiál č.4 - mokrý přívažek 92%

b) při koncentraci 60 g.l^{-1} SOLTEXu 1052

- materiál č.1 - mokrý přívažek 91%
- materiál č.2 - mokrý přívažek 96%
- materiál č.3 - mokrý přívažek 103%
- materiál č.4 - mokrý přívažek 93%

9. APLIKACE UV ABSORBÉRU RAYOSAN® C PASTE

Aplikace UV absorbéru byla provedena klocováním, technologií PAD-BATCH (klocování-odležení). Aplikace byla provedena na laboratorním fuláru Mathis HVF 69805, na katedře textilní chemie FT v Liberci.

9.1 Použité chemikálie

- Rayosan® C Paste - reaktivní UV absorbér
 - fyzikální stav: bílá viskózní kapalina
 - chemický charakter: heterocyklická sloučenina
 - iontový charakter: aniontový prostředek
 - ekologie/toxicita: zdravotně nezávadný, bezpečnostní zacházení podle návodu, nesmí se požívat
- soda (Na_2CO_3) - alkalický prostředek

9.2 Klocování

Složení lázně:

a) 10 g.l^{-1} Rayosan® C Paste
 5 g.l^{-1} Na_2CO_3

b) 60 g.l^{-1} Rayosan® C Paste
 $17,5 \text{ g.l}^{-1}$ Na_2CO_3

podmínky: odležení při 20°C po dobu 2 hodin v PE sáčku, poté byly vzorky jednotlivě vyprány pod tekoucí teplou vodou po dobu 1 minuty, poté opláchnuty ve studené vodě, následně byly usušeny při pokojové teplotě.

9.2.1 Mokrý přívažek

a) při koncentraci 10 g.l^{-1} Rayosan® C Paste

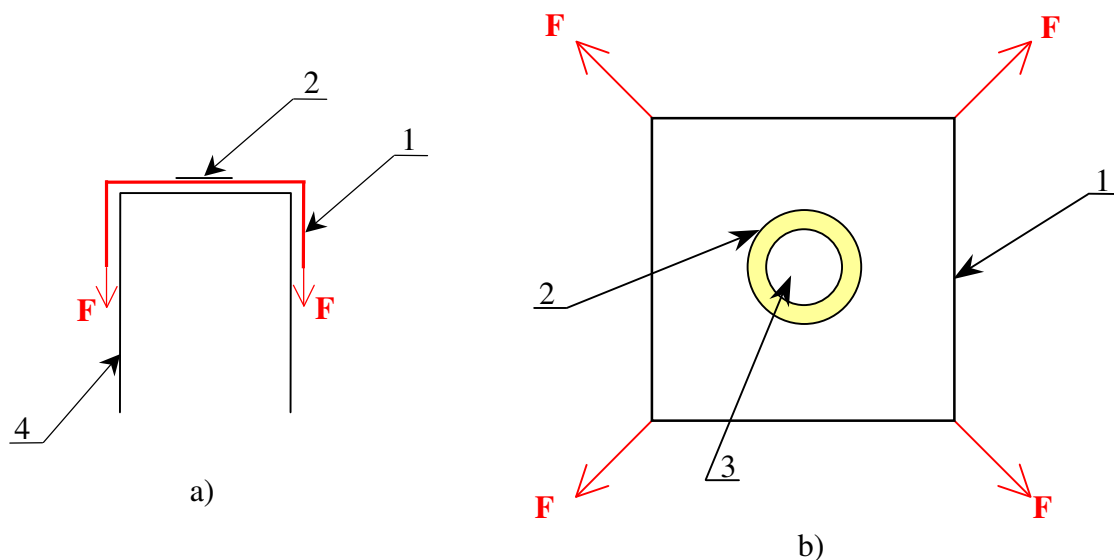
- materiál č.2 - mokrý přívažek 96%
- materiál č.4 - mokrý přívažek 96%

b) při koncentraci 60 g.l^{-1} Rayosan® C Paste

- materiál č.1 - mokrý přívažek 91%
- materiál č.2 - mokrý přívažek 97%
- materiál č.3 - mokrý přívažek 101%
- materiál č.4 - mokrý přívažek 96%

10. PŘÍPRAVA VZORKŮ PLETENIN PRO MĚŘENÍ PROSTUPU UV ZÁŘENÍ

Každý vzorek materiálu (o rozměrech cca 16x16 cm) byl připraven tak, aby bylo možno zjistit jeho měnící se porozitu, a tím pádem i různý prostup UV záření, v závislosti na zatížení materiálu. Tzn., že vzorky materiálů byly zatěžovány různou silou a v tom určitém napětí také zafixovány. Závaží o různých hmotnostech byly postupně umisťovány do každého ze čtyř rohů materiálů a materiály byly v tomto stavu fixovány pomocí lepení plastových kroužků (vnější průměr: 60mm, vnitřní průměr: 40mm). Závaží byly o hmotnostech: 125g, 250g a 500g. Viz obrázek 5, kde F je zatěžující síla, 1 - zkoumaný vzorek pleteniny, 2 - plastový kroužek, 3 - část vzorku, kde zůstává fixováno napětí, 4 - napínací rám. Prostup UV záření byl také měřen při nulovém zatížení pletenin.



Obr.5 Schématické znázornění zatěžování vzorku pleteniny

a) pohled z boku

b) rozvinuto do plochy

11. STANOVENÍ UPF VZORKŮ PLETENIN

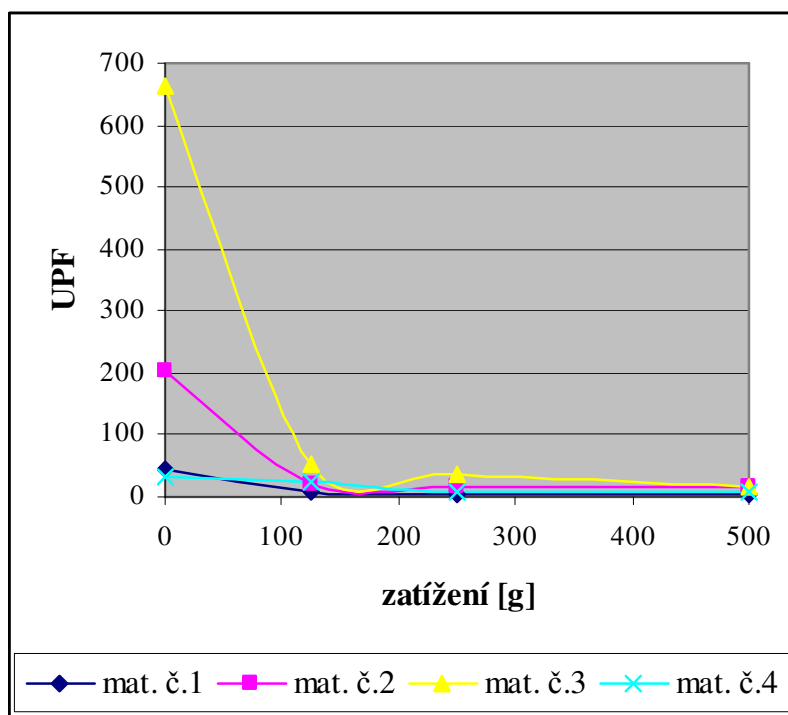
Stanovení UPF bylo provedeno dle normy ČSN EN 13758-1+A1, na zařízení Cary 50 WinUV, Varian ve firmě Inotex s.r.o., Dvůr Králové nad Labem. Toto zařízení zachytí množství prostupujícího UV záření textilií a následně spočítá UPF.

11.1 UPF - materiály bez UV absorbéru

V tabulce 5 je uvedeno UPF jednotlivých materiálů v závislosti na zatížení a tato závislost je zobrazena v grafu na obrázku 6.

Tab. 5 UPF jednotlivých materiálů v závislosti na různém zatížení

zatížení [g]	UPF vzorku materiálu č.			
	1	2	3	4
0	42,8	202,2	664,6	32,9
125	7,7	20,4	53,3	25,6
250	5,9	16,7	34,7	9,6
500	5,5	14,3	15,3	6,8



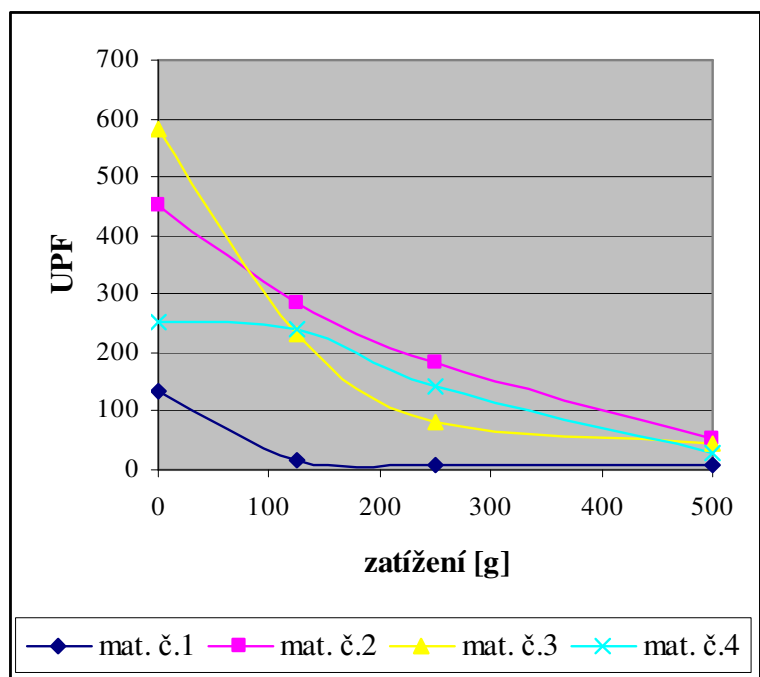
Obr. 6 Graf závislosti UPF na zatížení

11.2 UPF - materiály upravené UV absorbérem Rayosan® C Paste - koncentrace 60 g.l⁻¹

V tabulce 6 je uvedeno UPF jednotlivých materiálů v závislosti na zatížení a tato závislost je zobrazena v grafu na obrázku 7.

Tab. 6 UPF v závislosti na různém zatížení

zatížení [g]	UPF vzorku materiálu č.			
	1	2	3	4
0	136,3	450,9	581,8	251,0
125	18,2	285,0	232,2	240,3
250	8,4	181,9	82,1	141,1
500	6,8	51,4	43,2	28,9



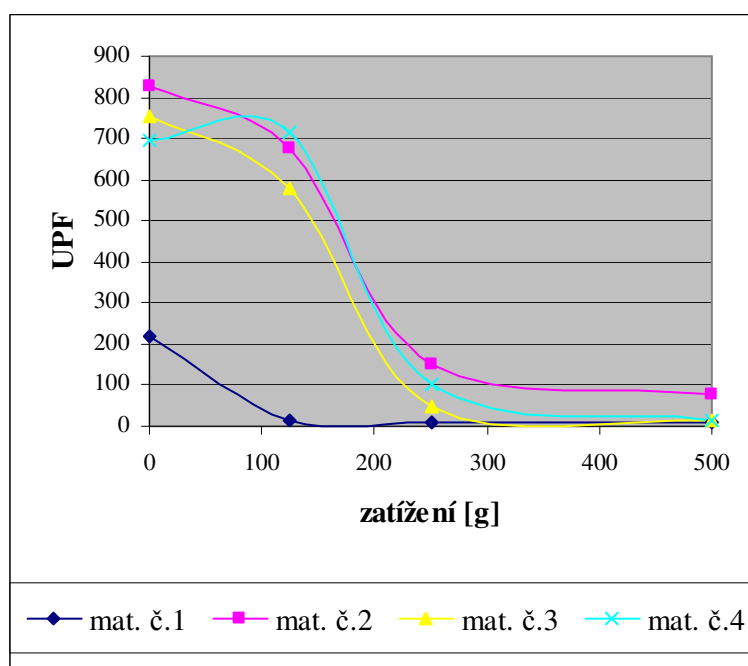
Obr. 7 Graf závislosti UPF na zatížení

11.3 UPF - materiály upravené UV absorbérem SOLTEX 1052 - koncentrace 60 g.l⁻¹

V tabulce 7 je uvedeno UPF jednotlivých materiálů v závislosti na zatížení a tato závislost je zobrazena v grafu na obrázku 8.

Tab. 7 UPF v závislosti na různém zatížení

zatížení [g]	UPF vzorku materiálu č.			
	1	2	3	4
0	218,1	829,0	755,7	696,4
125	15,8	678,0	578,3	717,1
250	9,5	150,8	47,0	100,4
500	7,5	75,9	14,4	16,7



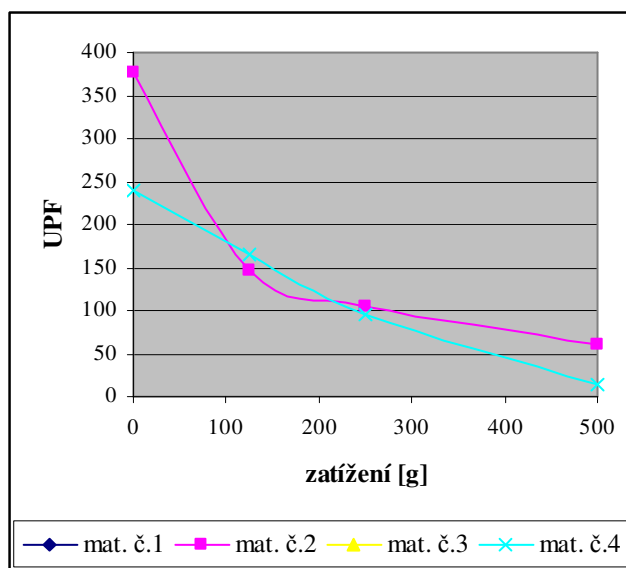
Obr. 8 Graf závislosti UPF na zatížení

11.4 UPF - materiály upravené UV absorbérem Rayosan® C Paste - koncentrace 10 g.l⁻¹

V tabulce 8 je uvedeno UPF jednotlivých materiálů v závislosti na zatížení a tato závislost je zobrazena v grafu na obrázku 9.

zatížení [g]	UPF vzorku materiálu č.	
	2	4
0	376,6	239,4
125	146,7	166,2
250	104,6	96,2
500	61,5	13,2

Tab. 8 UPF v závislosti na různém zatížení



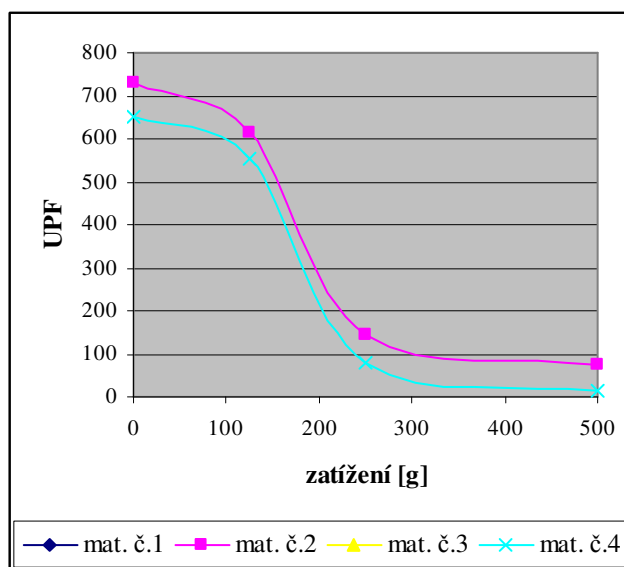
Obr. 9 Graf závislosti UPF na zatížení

11.5 UPF - materiály upravené UV absorbérem SOLTEX 1052 - koncentrace 10 g.l⁻¹

V tabulce 9 je uvedeno UPF jednotlivých materiálů v závislosti na zatížení a tato závislost je zobrazena v grafu na obrázku 10.

zatížení [g]	UPF vzorku materiálu č.	
	2	4
0	729,8	649,3
125	615,8	552,8
250	143,3	79,5
500	73,8	15,2

Tab. 9 UPF v závislosti na různém zatížení



Obr. 10 Graf závislosti UPF na zatížení

11.6 Diskuze výsledků

Při srovnání materiálů upravených a neupravených UV absorbéry jsou s jednoznačně největšími ochrannými vlastnostmi ty materiály, které jsou upraveny UV absorbéry a s nulovým mechanickým namáháním. Ty materiály, které byly upraveny UV absorbérem SOLTEX 1052 mají mnohem vyšší UPF, než materiály upravené absorbérem Rayosan® C Paste, bez rozdílů koncentrací a namáhání. Mechanická deformace způsobí změnu UPF, a to tak, že při větším zatížení UPF značně skokově klesá, v některých případech až na hodnoty 40x nižší. Materiály, které nebyly upraveny UV absorbéry, jsou pro ochrannou funkci před UV zářením většinou nevhodné při všech zatíženích. Až na materiály č.2 a 3, které při nulovém zatížení vykazují UPF vynikající. Zde zřejmě hraje roli jejich tloušťka, která je 2x větší, než tloušťka ostatních materiálů. Při zatížení 500g se většinou UPF dostává pod přijatelnou ochrannou mez i pro materiály upravené UV absorbéry, bez rozdílu koncentrací a druhu UV absorbéru. Zde je výjimkou materiál č.2, který po úpravě vykazuje UPF >50 i při zatížení 500g.

- Materiál č.1 má vynikající ochranné vlastnosti pouze při nulovém zatížení. Již při zatížení 125g je ve většině případů zcela nevyhovující, i po nanesení UV absorbéru. Je to materiál s nejnižší plošnou hmotností a druhou nejnižší tloušťkou. Zajímavé je, že celkovou plošnou hustotu řádků a sloupků má druhou největší, což zřejmě nemá na prostup UV záření takový vliv, jako plošná hmotnost a tloušťka.

- Materiál č.2 má největší plošnou hmotnost a druhou největší tloušťku. Ochranné vlastnosti má po nanesení UV absorbérů vždy vynikající, i při nejvyšším zatížení. Vzorky bez UV absorbéru vynikající ochranu poskytují pouze při nulovém zatížení.

- Materiál č.3 má srovnatelnou plošnou hmotnost i tloušťku s materiálem č.2, jen s tím rozdílem, že tloušťku má největší a plošnou hmotnost druhou největší. Tomu odpovídají i výsledky měření UPF - jsou jedny z nejvyšších. Plošnou hustotu řádků a sloupků má nejnižší ze všech materiálů. Při zatížení vyšším, než 125g UPF skokově klesá.

- Materiál č.4 má nejnižší tloušťku a druhou nejnižší plošnou hmotnost. Přes to vykazuje po nanesení UV absorbéru vynikající ochranné vlastnosti. UPF je nevyhovující až při zatížení 500g a také u vzorků bez UV absorbéru. Toto může být způsobeno materiálovým složením - 95% ba, 5% elastanu. Plošnou hustotu řádků a sloupků má tento materiál největší ze všech zkoumaných.

12. STANOVENÍ POROZITY VZORKŮ PLETENIN

Zkouška byla provedena optickým mikroskopem a systémem obrazové analýzy LUCIA G, dle interní normy číslo 23-107-01/01, na katedře textilních technologií FT v Liberci. Porozita pleteniny nebo tkaniny vyjadřuje poměr mezi plochou pórů (děr mezi nitěmi) a celkovou plochou tkaniny, nabývá hodnot 0-1. Čím více se hodnota porozity blíží nule, tím méně obsahuje tkanina pórů. Pórovitost textilie je jednou z jejích základních vlastností. Ve velké míře na ní závisí velikost ochranného faktoru UPF.

Pomocí optického mikroskopu a digitální kamery byly nasnímány obrazy plochy pleteniny. Textilie byla prosvícena světlem, nitě se jeví jako tmavé plochy, póry jako světlé plochy.

Nasnímaný obraz byl nejprve převeden do odstínů šedé, do tzv. šedotónového obrazu. Šedotónové obrazy jsou speciálními případy barevných obrazů. Hodnoty obrazových bodů (pixelů) šedotónového obrazu se mění od 0 do 255. Následně byl obraz naprahován, tzn., že obrazy v odstínech šedé byly dále převedeny do binární podoby - obraz byl rozdělen na pixely patřící pórům a pixely patřící přízím, tedy „dvoubarevný obraz“. Viz obrázek 11.



Obr. 11 Binární podoba nasnímaného obrazu pleteniny

Nyní byl lehce vyjádřen podíl mezi plochou pórů a plochou celého obrazu, tím také vyjádřena plošná porozita P textilie. Plošná porozita P byla tedy vyjádřena dle vztahu (3), ze kterého lze pak vyjádřit plošné zakrytí Z textilie dle vztahu (4).

$$P = \frac{S_p}{S_c} \quad (3)$$

kde:

P vyjadřuje plošnou porozitu

S_p vyjadřuje plochu pórů textilie

S_c vyjadřuje celkovou plochu textilie

$$Z = 1 - P \quad (4)$$

kde:

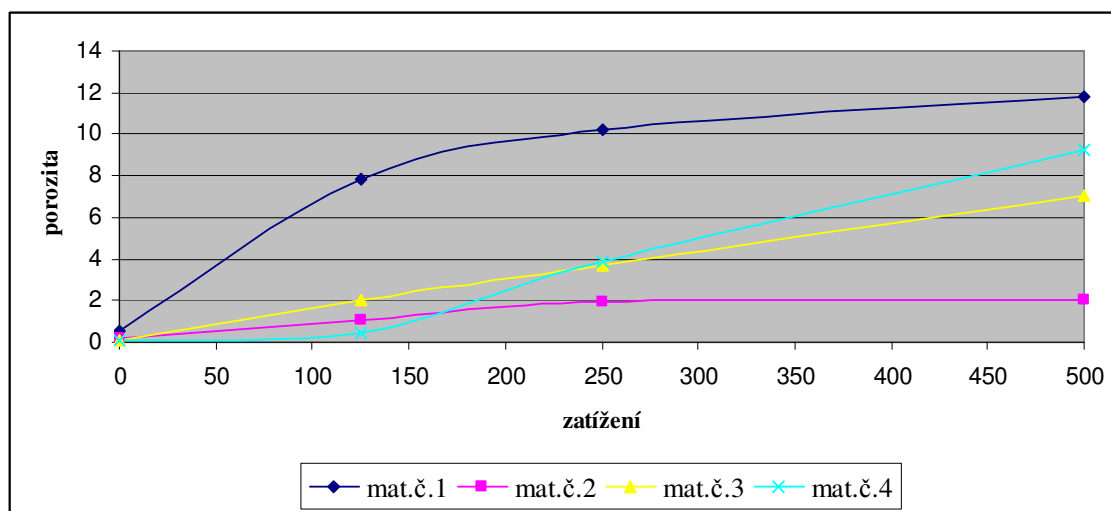
Z vyjadřuje plošné zakrytí

12.1 Porozita - materiály bez UV absorbéru

V tabulce 10 je uvedena průměrná porozita jednotlivých materiálů v závislosti na zatížení a tato závislost je zobrazena v grafu na obrázku 12.

Tab. 10 Průměrná porozita materiálů v závislosti na různém zatížení

zatížení [g]	porozita vzorku materiálu č.			
	1	2	3	4
0	0,54	0,17	0,08	0,08
125	7,79	1,07	2,03	0,45
250	10,21	1,92	3,67	3,84
500	11,76	2,02	7,02	9,20



Obr. 12 Graf závislosti porozity na zatížení

12.2 Diskuze výsledků

U všech materiálů platí předpokládaná závislost čím větší zatížení, tím vyšší porozita. Při nulovém zatížení vykazují materiály následující porozitu (vzestupně od nejnižší porozity k nejvyšší):

- materiál číslo 3 + materiál číslo 4
- materiál číslo 2
- materiál číslo 1

Při maximálním zatížení, tzn. při zatížení 500g, vykazují materiály následující porozitu (vzestupně od nejnižší porozity k nejvyšší):

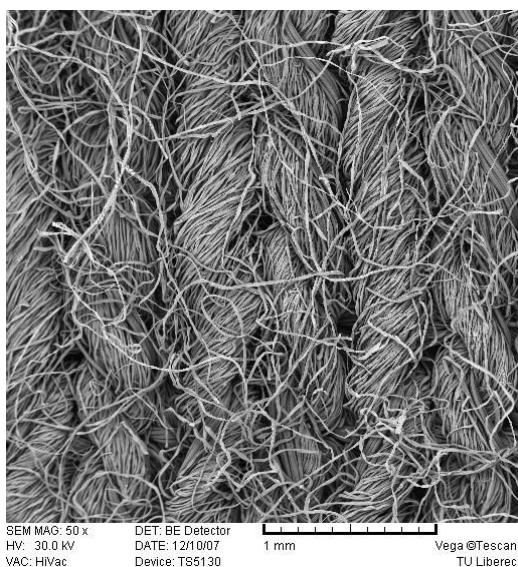
- materiál číslo 2
- materiál číslo 3
- materiál číslo 4
- materiál číslo 1

13. RASTROVACÍ ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE

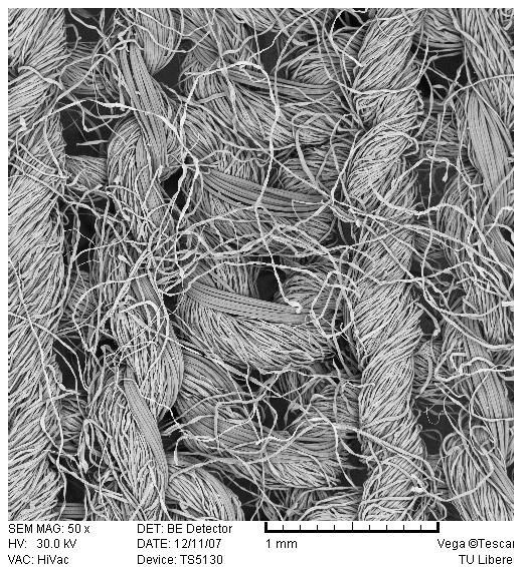
Obrázky byly pořízeny rastrovacím elektronovým mikroskopem VEGA na katedře textilních materiálů FT v Liberci. Rastrovací elektronový mikroskop VEGA je plně řízený počítačem a je určený k pozorování povrchů při velkém zvětšení s velkou hloubkou ostrosti.

Na níže uvedených obrázcích 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 a 20 jsou znázorněny pleteniny v 50ti násobném zvětšení. Na první pohled jsou zde zřejmé rozdíly mezi pleteninami nezatíženými a zatíženými. Na obrázcích s pleteninami zatíženými jsou více patrné póry mezi vlákny, které dovolují UV paprskům pronikat dále pleteninou.

- Materiál č.1 na obrázku 13 má UPF 42,8 a porozitu 0,31
- Materiál č.1 na obrázku 14 má UPF 5,5 a porozitu 11,62

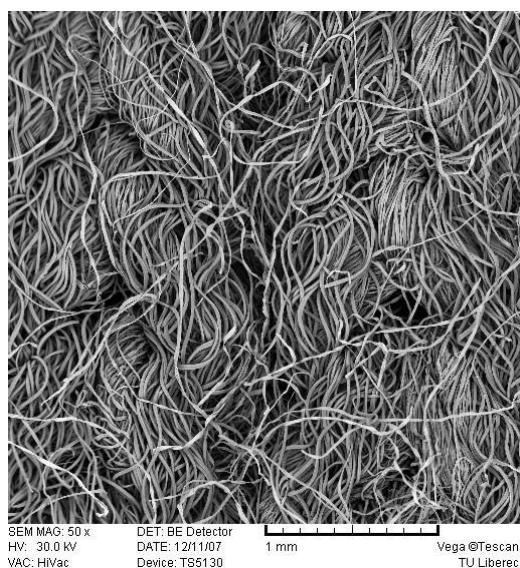


Obr. 13 Materiál číslo 1, bez napětí,
neupraveno UV absorbérem

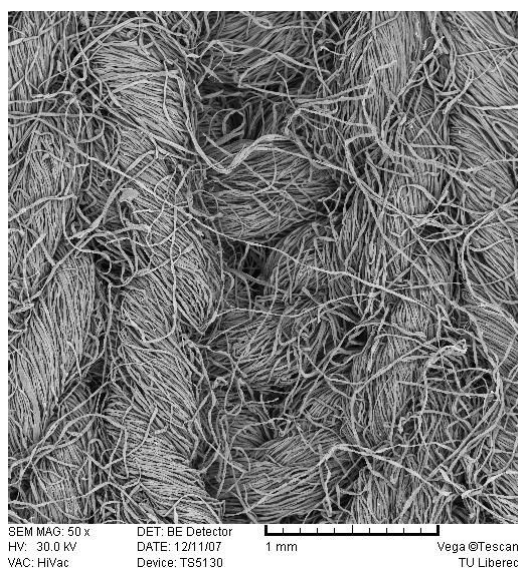


Obr. 14 Materiál číslo 1, napětí 500g,
neupraveno UV absorbérem

- Materiál č.2 na obrázku 15 má UPF 202,2 a porozitu 0,19
- Materiál č.2 na obrázku 16 má UPF 14,3 a porozitu 2,41

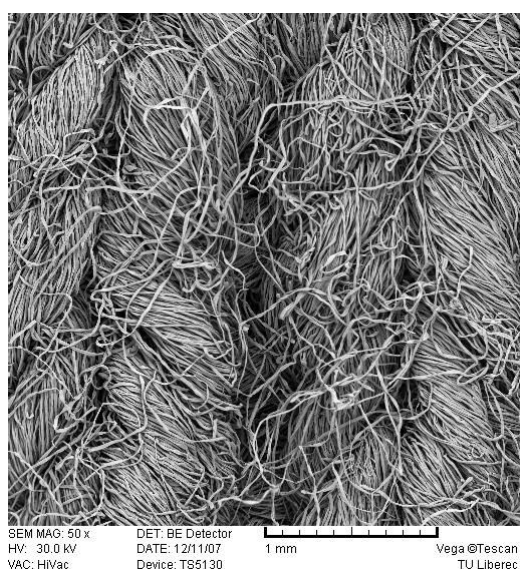


Obr. 15 Materiál číslo 2, bez napětí,
neupraveno UV absorbérem

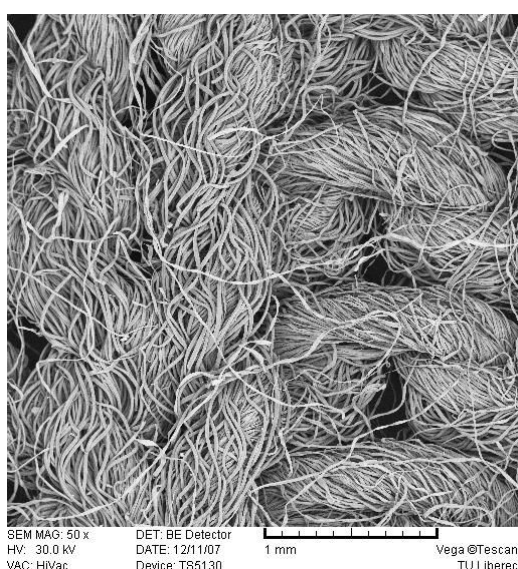


Obr. 16 Materiál číslo 2, napětí 500g,
neupraveno UV absorbérem

- Materiál č.3 na obrázku 17 má UPF 664,6 a porozitu 0,04
- Materiál č.3 na obrázku 18 má UPF 15,3 a porozitu 7,94

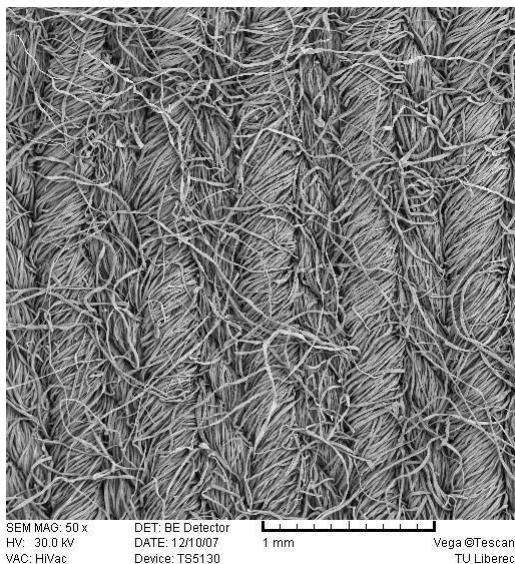


Obr. 17 Materiál číslo 3, bez napětí,
neupraveno UV absorbérem

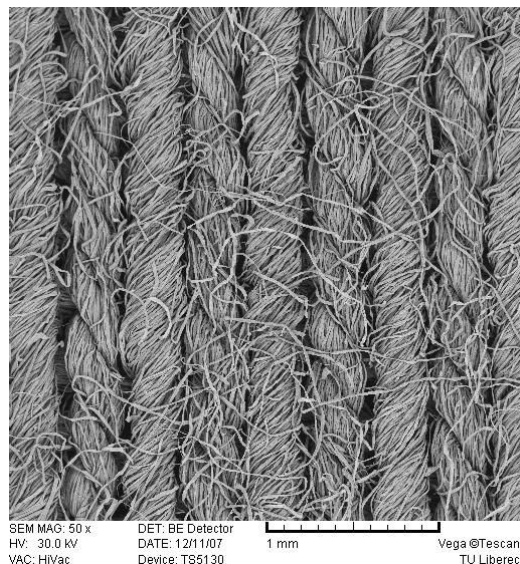


Obr. 18 Materiál číslo 3, napětí 500g,
neupraveno UV absorbérem

- Materiál č.4 na obrázku 19 má UPF 25,6 a porozitu 0,13.
- Materiál č.4 na obrázku 20 má UPF 6,8 a porozitu 7,94 .



Obr. 19 Materiál číslo 4, bez napětí,
neupraveno UV absorbérem



Obr. 20 Materiál číslo 4, napětí 500g,
neupraveno UV absorbérem

14. ZÁVĚR

Cílem práce bylo zjistit vliv mechanické deformace pletenin na prostup UV záření. Na bavlněných pleteninách byl dále sledován vliv koncentrace UV absorbérů na jeho prostup textilií. Analýza výsledků je založena na sledování jak se s mechanickým namáháním mění porozita textilie a současně s ní prostup ultrafialového záření textilií.

Nejprve byla provedena peroxidická vyvářka a poté byly nanесeny v různých koncentracích UV absorbéry Rayosan® C Paste a SOLTEX 1052.

Následně bylo na připravených vzorcích materiálu změřeno UPF a porozita. Pomocí rastrovacího elektronového mikroskopu byly zkoumány změny ve struktuře materiálů.

Při srovnání materiálů upravených a neupravených UV absorbéry jsou s jednoznačně největšími ochrannými vlastnostmi ty materiály, které jsou upraveny UV absorbéry a s nulovým mechanickým namáháním. Bylo zjištěno, že při odpovídajících koncentracích je vždy účinnější UV absorbér SOLTEX 1052. V některých případech je UPF i téměř dvojnásobné, než u UV absorbéru Rayosan® C Paste.

UPF faktor závisí na struktuře textilie. O velikosti UPF rozhoduje jaká část UV záření projde textilií bez kontaktu s vlákny a jaká část tohoto záření je v textilií odražena nebo pohlcena vlivem kontaktu s vlákny. Toky světla v této soustavě je velmi obtížné kvantifikovat, protože není k dispozici dostatečně přesný popis textilie a také řešení takto komplikovaného optického problému přesahuje možnosti této diplomové práce.

V této práci je provedena jednoduchá analýza UPF faktoru na základě procenta porozity textilie, které bylo zjištěno nezávisle pomocí obrazové analýzy mikroskopických snímků textilie při různé deformaci struktury. Základem těchto zjednodušených úvah bylo, že UV záření má pouze dvě možnosti při dopadu na textilií: projít neovlivněno póry textilie a nebo být z velké části pohlceno při kontaktu s vlákny.

Této představě odpovídá následující vzorec (5):

$$UPF = \frac{100}{P + (100 - P)W} \quad (5)$$

kde:

P je porozita

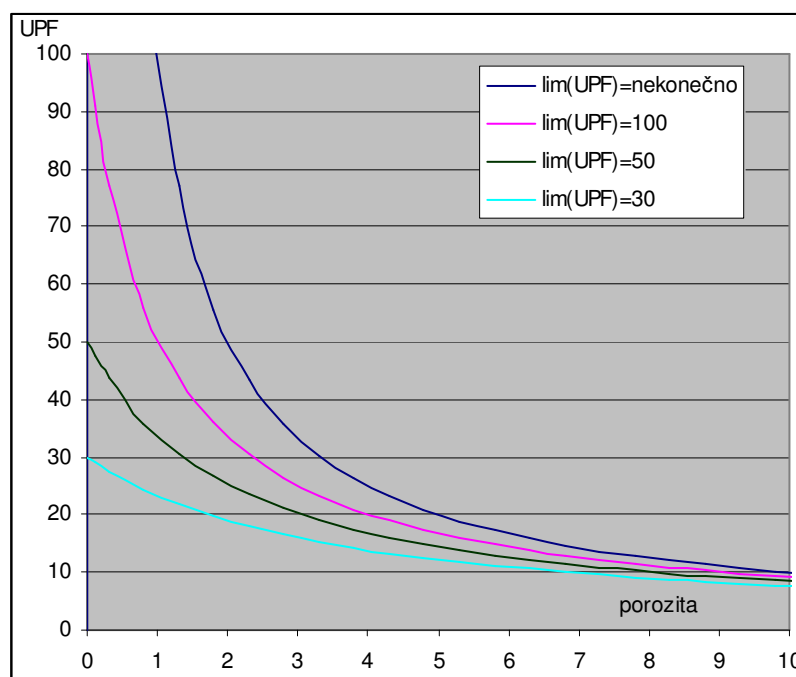
W vyjadřuje stupeň pohlcení UV záření v oblasti mimo póry

V tomto případě je limitní UPF faktor (pro nulovou porozitu) dán výrazem (6):

$$UPF \lim = \frac{1}{W} \quad (6)$$

Srovnáním tohoto modelu s experimentálními daty je celkem přijatelné. Většina bodů leží podle vypočtené křivky, ale vyskytuje se zde i řada odlehlých bodů. Pravděpodobně je příčina dána nepřesným stanovováním UPF a zejména porozity textilie.

Na obrázku 13 jsou v grafu uvedeny ideální průběhy UPF jako funkce zakrytí textilie pro různé absorpční schopnosti textilie. Ty jsou vyjádřeny jako limitní UPF pro nulovou porozitu. Při porozitě textilie větší než 3,5% nelze v žádném dosáhnout větší hodnoty UPF než 30. Při vysoké porozitě textilie je nemožné dosáhnout vysokých hodnot UPF.



Obr. 13 Graf ideálního průběhu UPF

Použitá literatura:

- [1] www.ordinace.cz/clanek/chrante-sve-zdravi-pred-slunecnim-zarenim/
- [2] www.afreetime.com
- [3] www.vesmirweb.net/clanek.php?id=125
- [4] <http://ireferaty.lidovky.cz/307/1263/Ozonova-vrstva>
- [5] <http://cs.wikipedia.org>
- [6] www.ielektro.cz/ekologie/vrstva.html
- [7] <http://ekologie.xf.cz/temata/ozonovavrstva/ozonovavrstva.htm>
- [8] www.novinky.cz/zahranicni/svet/ozonova-dira-je-nyni-jak-dve-evropy_124582_k5bs5.html
- [9] www.h2o-logic.cz/main.htm
- [10] www.mzcr.cz/data/c1062/lib/uv_7.rtf
- [11] Prof. Ing. Jiří Militký, CSc., Technické textilie
- [12] www.liposukce.cz/plasticka-chirurgie/kozni-nadory/charakteristika-slunecniho-zareni.htm
- [13] www.fnmotol.cz/html/infoservis/faq-odpoved.php?lang=cz&questionId=11
- [14] www.roche.cz/index.php?group_id=130&id=340
- [15] www.super.cz/inspirace/15518-zdrave-opalovani-neexistuje.html
- [16] www.melanomy.cz
- [17] www.doktorka.cz
- [18] europa.eu/.../07/1036&format=PDF&aged=0&language=CS&guiLanguage=en
- [19] www.zdravcentra.sk/cps/rde/xchg/zcsk/xsl/3141_2596.html
- [20] www.odbornecasopisy.cz/svetlo/2002/sv030260.htm
- [21] ing. Martina Víková, Přednášky z textilní fyziky
- [22] <http://archderm.ama-assn.org/cgi/content/full/137/8/1089?ck=nck#RREF-DRE10006-8>
- [23] www.skicancer.com
- [24] Stanford DG, Georgouras KE, Pailthorpe M. Rating clothing for sun protection: current status in Australia. J Eur Acad Dermatol Venereol. 1997
- [25] Gies HP, Roy CR, Holmes G. Ultraviolet radiation protection by clothing: comparison of in vivo and in vitro measurements. Radiat Protection Dosimetry. 2000

- [26] ČSN EN 13758-1 + A1
- [27] Dulíková M., Ujhelyiová A., Struktura a bariérové vlastnosti PP vlákien modifikovaných nanoaditívami II. , Bariérové vlastnosti vlákien modifikovaných nanoaditívami
- [28] Pailthorpe M. Apparel textiles and sun protection: a marketing opportunity or a quality control nightmare Mutat Res. 1998
- [29] Davis S, Capjack L, Kerr N, Fedosejevs R. Clothing as protection from ultraviolet radiation: which fabric is most effective? Int J Dermatol. 1997
- [30] Crews PC, Kachmann S, Beyer AG. Influences on UVR transmission of undyed woven fabrics. Textile Chemist Colorist. 1999
- [31] Robson J, Diffey BL. Textiles and sun protection. Photodermatol Photoimmunol Photomed. 1990
- [32] Srinivasan M, Gatewood BM. Relationship of dye characteristics to UV protection provided by cotton fabric. Textile Chemist Colorist. 2000;32:36-43
- [33] Wojciech Czajkowsk, Joanna Paluszkiewicz, Roland Stolarski, Mariola Kaźmierska and Edyta Grzesiak - Synthesis of reactive UV absorbers, derivatives of monochlorotriazine, for improvement in protecting properties of cellulose fabrice
- [34] Prof.Ing. Jiří Kryštůfek, CSc.,Ing. Dagmar Machaňová,Doc.Ing. Jaroslav Odvárka, DrSc.,Doc.Ing. Miroslav Prášil, CSc.,Ing. Jakub Wiener, PhD., Zušlěchtování textilií
- [35] www.oznet.ksu.edu/library/c/txt2/mf2522.pdf

PŘÍLOHY

- Příloha č.1 - Vzorek materiálu č.1
- Příloha č.2 - Vzorek materiálu č.2

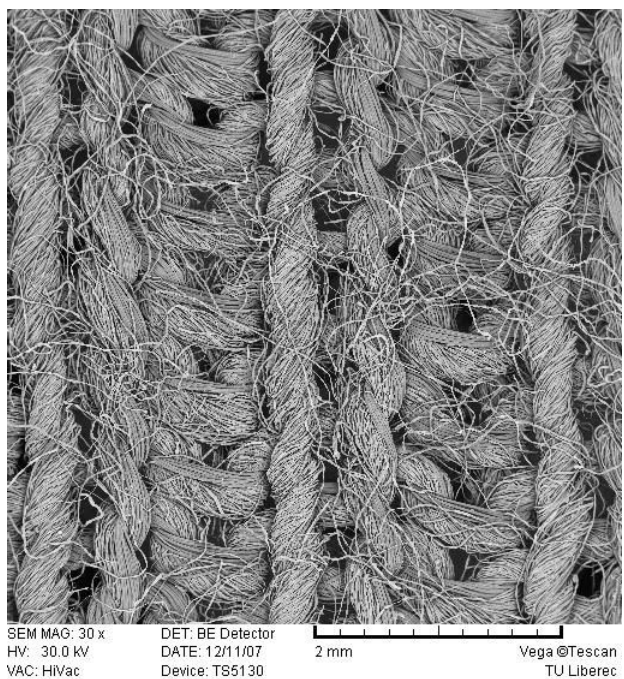
- Příloha č.3 - Vzorek materiálu č.3

- Příloha č.4 - Vzorek materiálu č.4

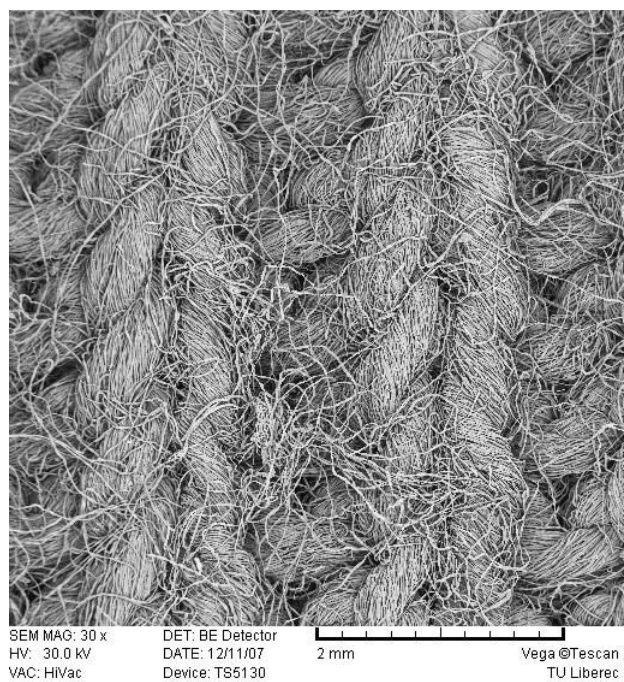
- Příloha č.5 - Porozita a UPF jednotlivých materiálů při daném zatížení

UV absorbér	koncen trace UV absorb éru [g.l ⁻¹]	vzorek materiálu č.	porozita a UPF při daném zatížení							
			0g		125g		250g		500g	
Rayosan ® C Paste	60	1	0,71	136,3	6,18	18,2	11,17	8,4	10,77	6,8
		2	0,09	450,9	0,31	285,0	1,20	181,9	1,84	51,4
		3	0,09	581,8	1,68	232,2	2,73	82,1	4,83	43,2
		4	4,92	251,0	0,03	240,3	0,73	141,1	8,65	28,9
	10	2	0,07	376,6	0,49	146,7	0,78	104,6	1,49	61,5
		4	0,00	239,4	0,10	166,2	1,14	96,2	9,64	13,2
SOLTEX 1052	60	1	0,61	218,1	8,90	15,8	8,54	9,5	12,88	7,5
		2	0,35	829,0	1,16	678,0	2,60	150,8	2,58	75,9
		3	0,12	755,7	1,70	578,3	4,99	47,0	11,12	14,4
		4	0,00	696,4	0,01	717,1	5,49	100,4	12,56	16,7
	10	2	0,15	729,8	1,13	615,8	2,46	143,3	1,79	73,8
		4	0,23	649,3	0,28	552,8	2,07	79,5	7,23	15,2
bez UV absorbéru		1	0,31	42,8	8,30	7,7	10,93	5,9	11,62	5,5
		2	0,19	202,2	2,26	20,4	2,55	16,7	2,41	14,3
		3	0,04	664,6	2,72	53,3	3,30	34,7	5,10	15,3
		4	0,13	32,9	1,14	25,6	5,58	9,6	7,94	6,8

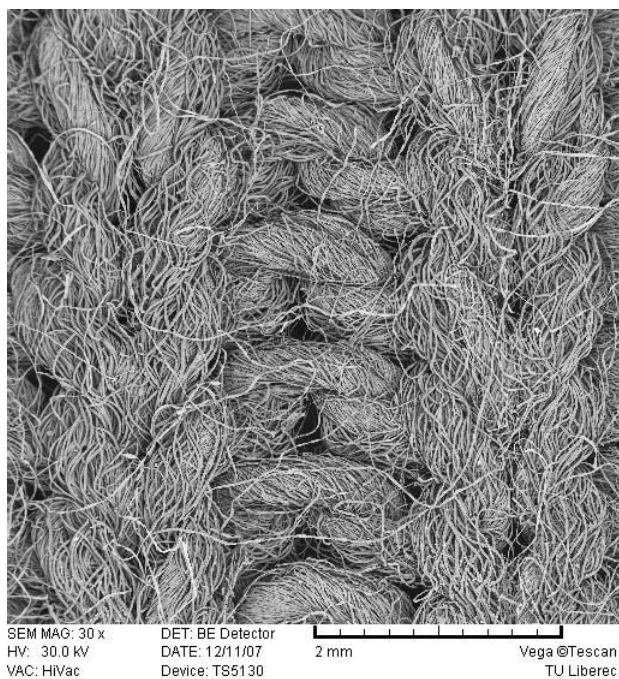
- Příloha č.6 - Materiál číslo 1, zatížení 500g, neupraveno UV absorbérem, 30ti násobné zvětšení



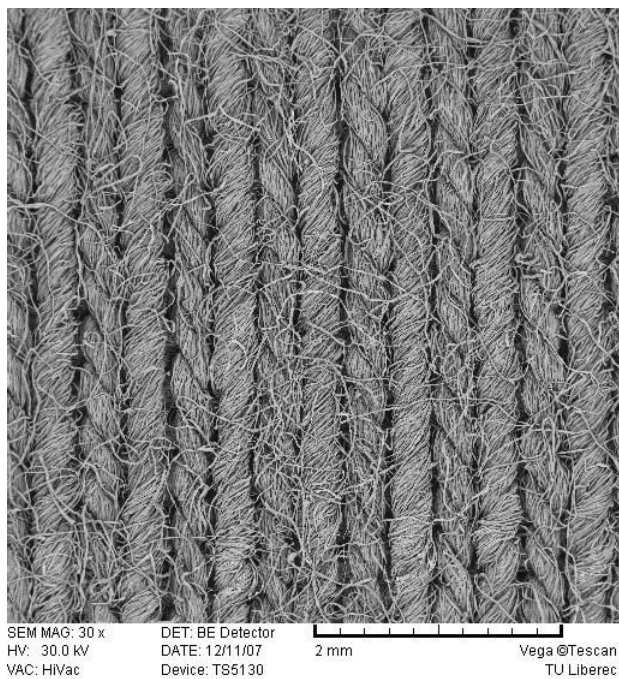
- Příloha č.7 - Materiál číslo 2, zatížení 500g, neupraveno UV absorbérem, 30ti násobné zvětšení



- Příloha č.8 - Materiál číslo 3, zatížení 500g, neupraveno UV absorbérem, 30ti násobné zvětšení



- Příloha č.9 - Materiál číslo 4, zatížení 500g, neupraveno UV absorbérem, 30ti násobné zvětšení



- Příloha č.10 - Vzorek materiálu č.1, zatížení 125g, UV absorbér SOLTEX 1052, koncentrace 10gl^{-1}

- Příloha č.11 - Vzorek materiálu č.1, zatížení 250g, UV absorbér SOLTEX 1052, koncentrace 10gl^{-1}

- Příloha č.12 - Vzorek materiálu č.1, zatížení 500, UV absorbér SOLTEX 1052, koncentrace 10gl^{-1}

- Příloha č.13 - Vzorek materiálu č.2, zatížení 125g, UV absorbér SOLTEX 1052, koncentrace 10gl^{-1}

- Příloha č.14 - Vzorek materiálu č.2, zatížení 250g, UV absorbér SOLTEX 1052, koncentrace 10gl^{-1}

- Příloha č.15 - Vzorek materiálu č.2, zatížení 500, UV absorbér SOLTEX 1052, koncentrace 10gl^{-1}

- Příloha č.16 - Vzorek materiálu č.3, zatížení 125g, UV absorbér SOLTEX 1052, koncentrace 10gl^{-1}

- Příloha č.17 - Vzorek materiálu č.3, zatížení 250g, UV absorbér SOLTEX 1052, koncentrace 10gl^{-1}

- Příloha č.18 - Vzorek materiálu č.3, zatížení 500, UV absorbér SOLTEX 1052, koncentrace 10gl^{-1}

- Příloha č.19 - Vzorek materiálu č.4, zatížení 125g, UV absorbér SOLTEX 1052, koncentrace 10gl^{-1}

- Příloha č.20 - Vzorek materiálu č.4, zatížení 250g, UV absorbér SOLTEX 1052, koncentrace 10gl^{-1}

- Příloha č.21 - Vzorek materiálu č.4, zatížení 500, UV absorbér SOLTEX 1052, koncentrace 10gl^{-1}